
NYPL RESEARCH LIBRARIES
3 3433 06910145 3





Briefe

an eine

deutsche Prinzessinn

über verschiedene Gegenstände

aus der Physik und Philosophie.

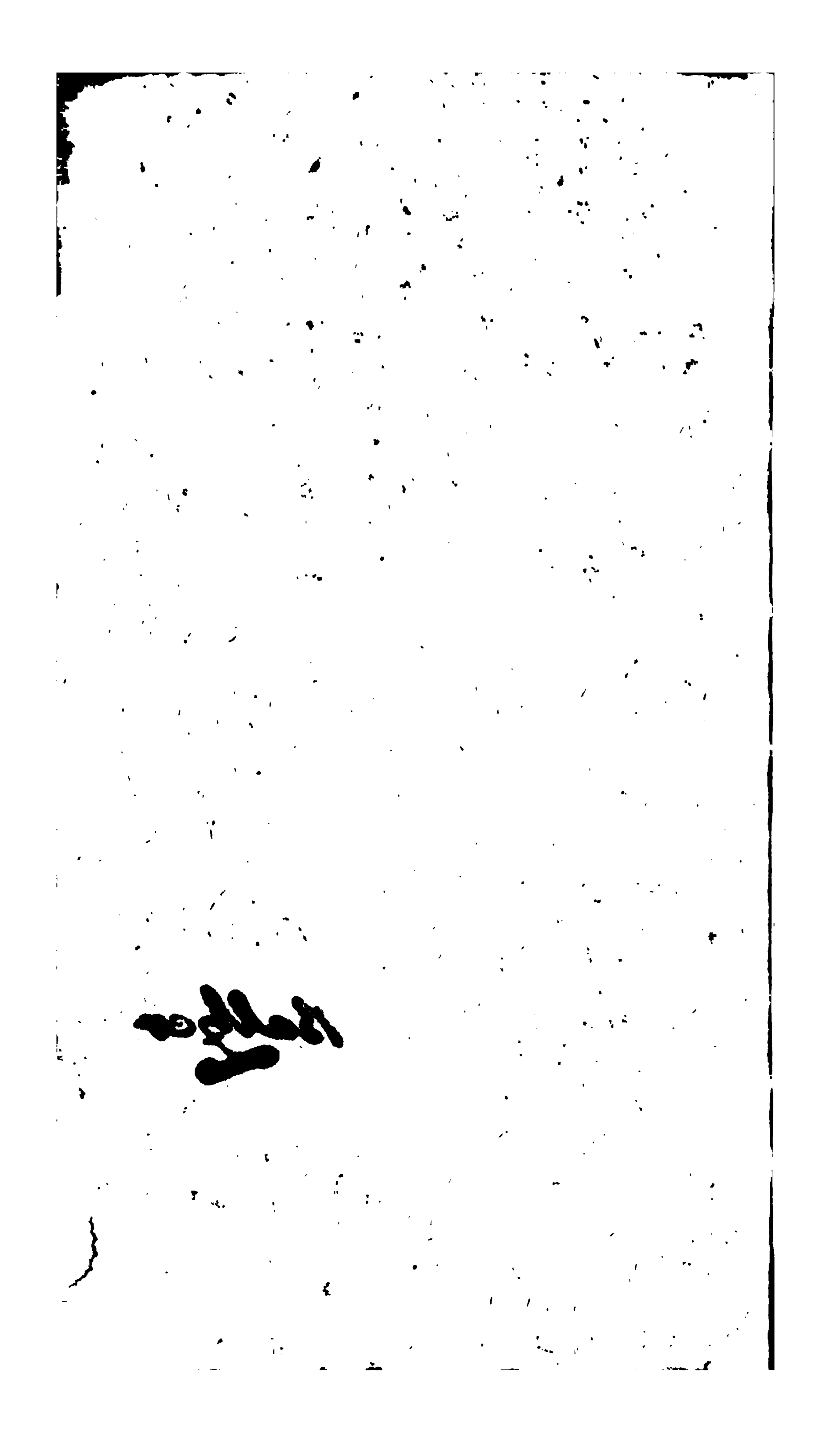
Aus dem Französischen übersetzt.



Dritter Theil.

St. Petersburg, Riga und Leipzig,

bey Johann Friedrich Hartknoch, 1773.





Inhalt des dritten Theils.

Seite

Inhalt der Briefe.

Inhalt der Briefe

Seite

Inhalt der Briefe.

Zwey-

des dritten Theils.

Seite

solcher

Seite

Zwey-

Nachricht.

Zu diesem dritten Theile gehören eilf Blätter mit Figuren, welche der Buchbinder an den zu oberst derselben Blätter angezeigten Oertern dergestalt anfügen muß, daß der Leser dieselben könne herausschlagen und vor Augen haben.



Briefe
an eine
Prinzessinn in Deutschland
über verschiedene Gegenstände
aus der
Physik und der Philosophie.

Hundert und fünf und funfzigster Brief.

Madame,

Ew. Hoheit werden ohne Zweifel dafür halten, daß es endlich Zeit sey, die Elektricität zu verlassen, auch habe ich über diesen Gegenstand weiter nichts beyzufügen; allein, ich bin in einer nicht geringen Verlegenheit, um eine Materie zu finden, die der Aufmerksamkeit von Ew. Hoheit würdig sey.

Ich glaube, um in dieser Auswahl zu entscheiden, müsse ich fürnemlich auf solche Materien sehen, die unsere Kenntnisse am meisten an sich ziehen, und deren die Schriftsteller oft erwähnen; es sind dieses Materien, über welche man fordern kann, daß Personen von Stande sattsam unterrichtet seyen.

Da Ew. Hoheit ohne Zweifel öfters von dem berüchtigten Problem der Längen haben reden gehört, auf dessen Auflösung die Engländer große Belohnungen gesetzt haben, so glaub ich, meine Unterweisungen werden nicht unrecht angebracht seyn, wenn ich sie dazu anwende, Ew. H. diese wichtige Frage zu erklären. Sie ist mit der Kenntniß unsrer Erdkugel so enge verbunden, daß es nicht erlaubt ist, sie nicht zu verstehen; dieses wird mir eine Gelegenheit an die Hand geben, eine Menge von interessanten Artikeln zu erläutern, über welche Ew. H. gerne Licht bekommen werden.

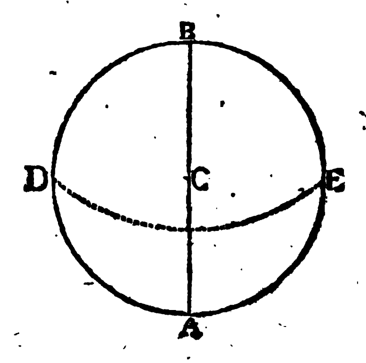
Ich werde also dabey anfangen, eine allgemeine Beschreibung von der Erde zu geben, welche man als eine Kugel ansehen kann, obgleich man in den letztern Zeiten gefunden hat, daß ihre wahre Figur eine etwas eingedrückte Kugel ist; allein, der Unterschied ist so klein, daß wir ihn dermalen gar wohl hintansetzen können.

Wir müssen erstlich auf der Erdkugel die zwey auf ihrer Oberfläche liegende Punkte bemerken, die man die beyden Pole der Erde nennt. Um diese zwey Punkte dreht sich die Erdkugel täglich, so wie man eine zwischen den zwoen Spitzen einer Drechselbank eingespannte Kugel umdreht; diese Bewegung wird die tägliche Bewegung der Erde genennt, und jede Umdrehung wird ungefähr in 24 Stunden vollendet. Oder auch, wenn wir nach dem Anschein reden wollen, so wissen Ew. H., daß der ganze Himmel, den wir als eine hohle Kugel ansehen, in deren Mitte sich die Erde befindet, in der nämlichen Zeit von 24 Stunden sich um die Erde zu drehen scheint; diese Bewegung geschieht ebenfalls um zwey stillstehende Punkte am Himmel, die man die Himmels-Pole nennt; wenn wir uns nun eine gerade Linie vorstellen, die von dem einen dieser Himmels-Polen

bis

bis zum andern gezogen wird, so wird diese Linie mitten durch die Erde gehen.

Nun begreifen Ew. Hoheit leicht, daß der Anschein der nämliche seyn muß, die Erde mag sich um diese Pole drehen, während daß der Himmel stille steht: oder der Himmel mag sich um seine Pole drehen, während daß die Erde stille steht. Die eine und die andere Betrachtung führt uns gleich auf die Kenntniß der Erd-Polen, auf welche nicht allein die Astronomie, sondern auch die Geographie gegründet ist.



Die beygefügte Figur stelle die Erdkugel vor, deren Pole die Punkte A und B seyen; der eine dieser Pole A wird der südliche, oder mittägige, oder auch der antarktische Pol genennt. Der andre Pol B wird der nordliche oder mitternächtliche, oder auch der arktische genennt; und dieser letztere ist denen Gegenden, die wir bewohnen, der nächste.

Ich merke an, daß diese zwey Pole einander gerade gegenüberstehen; oder auch, wenn man eine gerade Linie AB von dem einen zum andern, in dem innern der Erde zöge, so würde sie genau durch die Mitte C gehen, das ist, durch den Mittelpunkt der Erde. Diese gerade

Linie AB hat ebenfalls ihren Namen, und wird die Achse der Erde genennt, die, wenn sie an beyden Enden bis zum Himmel verlängert wird, in demselben die Punkte bezeichnet, die man die Pole des Himmels nennt, und denen man die gleichen Namen, wie den Erd-Polen, giebt.

Diese zwey Pole der Erde sind keine bloße Erdichtung noch eine Grübeley der Astronomen und Erdbeschreiber, sie sind vielmehr sehr wesentliche auf der Oberfläche unsrer Erde ausgezeichnete Punkte; denn wir wissen, daß jemehr man sich diesen beyden Punkten nähert, je rauher und kälter werden die Gegenden, so daß die Länder um diese Punkte herum, wegen der übermäßigen Kälte, die während dem Winter daselbst herrschet, schlechterdings unwohnbar sind; auch findet man keine Beyspiele, daß irgend ein Reisender oder irgend ein Schiff bis zu dem einen oder andern Pole hingekommen sey; man kann also sagen, diese zwey Gegenden der Erde seyen schlechterdings unzugänglich.

Nachdem wir also die beyden Pole der Erde A und B bestimmt haben, so begreift man, wie die ganze Erde in zwey Halbkugeln, wie DBE und DAE zertheilt wird, deren jede, in dem obersten Mittelpunkt, einen von den Polen trägt. Zu diesem Ende muß man die Erde durch ihren Mittelpunkt C entzwey schneiden, so daß der Schnitt mit der Achse der Erde senkrecht sey, dieser Schnitt wird auf der Oberfläche der Erde einen Zirkel bezeichnen, der rund um die Erde geht, und der aller Orten von den beyden Polen gleich weit entfernt ist. Dieser Zirkel, der die Erde in ihrer Mitte umgiebt, führt den Namen des Aequator; die Länder nahe bey ihm sind die wärmsten, und deßwegen, wie die Alten geglaubt haben, beynahe unbewohnbar, aber heutiges Tages findet man sie ziemlich bewohnt, obgleich die Hitze daselbst fast unerträglich ist.

Wenn

Wenn man sich aber auf der einen und andern Seite von dem Aequator gegen die Pole hin entfernt, so werden die Gegenden je mehr und mehr gemäßigt, bis endlich, wenn man allzunahe zu den Polen kömmt, die Kälte unausstehlich wird.

Wie der Aequator die Erde in zwey Halbkugeln theilt, so trägt jeder den Namen des Pols, der sich in demselben befindet; also wird die Hälfte DBE, welche den nordlichen Pol enthält, die nordliche Halbkugel genennt, und in dieser Hemisphär liegt ganz Europa, beynahe ganz Asien, ein Theil von Afrika und die Hälfte von Amerika. Die andere Halbkugel DAE heißt die mittägige oder südliche Hemisphär, und begreift den größten Theil von Afrika, die andere Hälfte von Amerika und viele Inseln, die man zu Asien zählt, wie Ew. Hoheit sich erinnern werden, auf der Welt-Karte gesehen zu haben.

Berlin, den 18ten August 1761.

Hundert und sechs und funfzigster Brief.

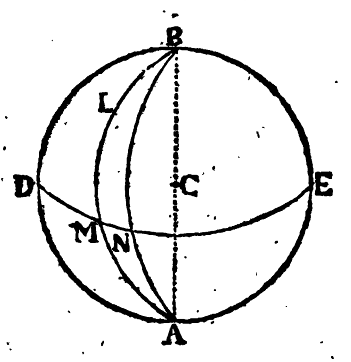
Nachdem wir den Begriff von den Polen und von dem Aequator der Erde recht festgesetzt haben, welchen Ew. Hoheit sich besser auf einer Erdkugel vorstellen können, als ich im Stande bin, ihn durch eine Figur vorzustellen, so werden die andern Begriffe, die wir vonnöthen haben, leicht daraus folgen.

Dem ohngeachtet muß ich noch eine grössere Erklärung beyfügen; die Achse der Erde, die durch den Mittelpunkt von einem Pole zum andern geht, ist ein Durchmesser der Erdkugel, und folglich zweymal so groß als der Radius; man schätzt den Radius der Erde, oder den Abstand eines jeden Punktes der Oberfläche vom Mittelpunkt auf 860 deutsche Meilen; folglich wird die Achse der Erde 1720 deutsche Meilen enthalten.

Weiter, da der Aequator ein Zirkel ist, dessen Mittelpunkt in dem Mittelpunkt der Erde liegt, da der Radius dem Radius der Erde gleich ist, nämlich, von 860 Meilen, so wird der Durchmesser des Aequators auch von 1720 Meilen seyn; der ganze Umkreis des Aequators wird folglich 5400 Meilen enthalten; oder man würde, wenn man die Erde längst dem Aequator ganz umreisen wollte, einen Weg von 5400 Meilen zu machen haben; woraus sich die Grösse der Erde leicht beurtheilen läßt.

Da der Aequator ein Zirkel ist, so theilt man ihn in 360 gleiche Theile, die man **Grade** nennt; also enthält ein Grad des Aequators genau 15 deutsche Meilen, denn 15mal 360 machen 5400.

Jeder Grad wird überdieß ferner eingetheilt in 60 gleiche Theile, die man **Minuten** nennt, so daß jede Minute den vierten Theil einer deutschen Meile enthält, oder ungefähr 6000 Fuße; und also wird eine **Sekunde**, die der sechzigste Theil einer Minute ist, 100 Fuße enthalten.



Da es mir nicht möglich ist, auf dem Papier eine Kugel anders, als durch einen Zirkel, vorzustellen, so werden Ew. H. durch die Einbildungskraft nachhelfen.

Also

Also da B, A, die zwey Pole der Erde sind; B der nordliche, und A der südliche; so wird DMNE den Aequator vorstellen, oder vielmehr diejenige Hälfte, die gegen uns gekehrt ist, weil die andre Hälfte des Aequators auf der andern Seite uns verborgen ist.

Die Linie DMNE stellt uns also einen halben Zirkel vor, so wie auch BDA und BEA, da alle diese Halbzirkel ihre Mittelpunkte in dem Mittelpunkte der Kugel C haben. Man kan sich noch unendlich viele andere Halbzirkel denken, die alle durch die beyden Pole der Erde A und B gezogen sind, und so viele verschiedene Punkte des Aequators durchschneiden, als es verschiedene Halbzirkel giebt, wie BMA, BNA; diese werden alle den erstern Halbzirkeln BDA und BEA ähnlich seyn; obgleich in der Figur ihre Züge sehr verschieden sind, die Einbildungskraft muß hiebey das Fehlende ergänzen; denn auf einer wirklichen Kugel ist die Sache sehr einleuchtend.

Alle die von einem Pole zum andern gezogne Halbzirkel, in welchem Punkte sie auch immer den Aequator durchschneiden mögen, werden Meridiane, Mittags-Linien genennt; oder auch, ein Meridian ist nichts anders als ein Halbzirkel, der auf der Oberfläche der Erde von einem Pole zum andern gezogen ist; woraus Ew. H. verstehen, daß, man mag einen Ort auf der Oberfläche der Erde nehmen, welchen man will, wie z. E. den Punkt L, so kann man sich immer eine Mittagslinie BLMA denken, die durch die beyden Pole geht, und diesen Ort L durchschneidt. Alsdann nennt man diesen Meridian, den Meridian des Ortes L. Wenn z. E. L Berlin wäre, so wäre der Halbzirkel BLMA der Meridian von Berlin; und eben so in Absicht auf alle andere Oerter der Erde.

Ew. Hoheit dürfen sich nur eine Kugel vorstellen, auf deren Oberfläche alle Länder der Erde gezeichnet

 sind,

sind, das feste Land sowohl als das Meer mit seinen Inseln. Eine solche künstliche Kugel, die Ew. Hoheit nicht unbekannt seyn kann, wird eine Erdkugel genennt. In Absicht auf alle Mittags-Linien, die man sich darauf denken kann, und deren eine grosse Anzahl wirklich auf der Kugel gezogen ist, merke ich an, daß, da jeder ein halber Zirkel ist, so wird er durch den Aequator in zwey gleiche Theile getheilt, wovon jeglicher einen Viertels-Zirkel, das ist, einen Bogen von 90 Graden, ausmacht. Also sind BD, BM, BN, BE Quadranten, so wie auch AD, AM, AN und AE, jeglicher enthält also 90 Grade: Man kann noch beyfügen, daß jeder senkrecht auf dem Aequator steht, und mit ihm rechte Winkel macht.

Ich merke ferner an, daß, wenn man von dem Punkte des Aequators M bis zum Pole B reisen wollte, so würde der kürzeste Weg seyn, längst dem Meridian MLB zu reisen, und da er ein Bogen von 90 Graden ist, und da ein Grad 15 deutsche Meilen beträgt, so würde der kürzeste Weg 1350 Meilen betragen, die man durchzulaufen hätte, um von dem Aequator zu einem der Polen zu gehen.

Ew. Hoheit werden sich erinnern, daß der kürzeste Weg von einem Orte zum andern die durch diese beyden Oerter gezogene gerade Linie ist; hier würde die vom Punkte M des Aequators bis zum Pole B gezogene gerade Linie inner die Erde fallen, ein Weg, den man unmöglich verfolgen könnte, weil wir so sehr an die Oberfläche der Erde angeheftet sind, daß wir nicht von derselben abweichen könnten. Aus diesem Grunde wird die Frage ganz verschieden, wenn es um den kürzesten Weg auf der Oberfläche einer Kugel zu thun ist, der von einer Gegend zur andern führet. Dieser kürzeste Weg auf einer Kugel ist keine gerade Linie mehr, son-

sondern ein auf ihrer Oberfläche von einem Orte zum andern gezogner Zirkelbogen, dessen Mittelpunkt genau in den Mittelpunkt der Kugel selbst fällt. Dieses stimmt auch mit dem Falle, von dem hier die Rede ist, vollkommen überein; denn um von dem Punkte M des Aequators bis zum Pole B zu reisen, ist der Bogen des Meridians MLB, von dem ich gesagt habe, er sey der kürzeste Weg, wirklich ein Zirkelbogen, dessen Mittelpunkt sich im Mittelpunkte der Erde befindet.

Eben so, wenn wir den Ort L, der in dem Meridian BLMA liegt, betrachten, so wird der kürzeste Weg, um von diesem Orte bis zum Pole B zu gehen, der Bogen LB seyn; und wenn man die Zahl der Grade weiß, die dieser Bogen enthält, und für jeden Grad 15 Meilen zählt, so hat man die Länge des Wegs. Wollte man aber von eben diesem Orte, durch den kürzesten Weg, zum Aequator gehen, so müßte man längst dem Bogen des Meridians LM reisen, dessen Anzahl der Grade, 15 Meilen auf jeden gerechnet, die Länge des Weges geben würde.

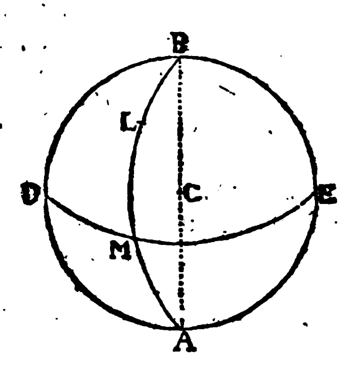
Im übrigen begnügt man sich, diese Wege durch Grade auszudrucken, weil es so leicht ist, sie in deutsche Meilen zu verwandeln, und weil andere Nationen sich anderer grösserer oder kleinerer Meilen bedienen. Also wenn man die Stadt Berlin für den Ort L annimmt, so findet man, daß der Bogen LM, der zum Aequator führet, 52 und einen halben Grad enthält; folglich ist der kürzeste Weg, von Berlin zum Aequator zu gehen, 787 und eine halbe Meile. Wollte man aber, von Berlin aus, zum mitternächtlichen oder Nordpol B gehen, so müßte man längst dem Bogen BL reisen, der, weil er 37 und einen halben Grad enthält, $562\frac{1}{2}$ Meilen ausmachen wird. Diese zwey Wege zusammen geben 1350 Meilen für die Länge des Bogens BLM,

der

der ein Quadrant vom Zirkel von 90 Graden ist, dessen Betrag, wie wir gesehen haben, 1350 deutsche Meilen ist.

den 22sten August 1761.

Hundert und sieben und funfzigster Brief.



Ich fange abermahl mit der nämlichen Figur an, die Ew. Hoheit schon ziemlich bekannt seyn wird. Der ganze Zirkel stellt die Erdkugel vor; die Punkte A und B ihre zwey Pole; B den mitternächtlichen, nordlichen oder arktischen; A den mittägigen, südlichen oder antarktischen; so daß die gerade Linie BA inner der Erde gezogen, und durch ihren Mittelpunkt C gehend, die Achse der Erde ist. Ferner ist DME der Aequator, der die Erde in zwey Halbkugeln, die eine DBE, die nordliche, und die andre DAE, die südliche, theilt.

Lassen Sie uns nun irgend einen Ort L betrachten, und seine Mittagslinie BLMA ziehen, die als ein halber Zirkel diesen Ort L und die beyden Pole B und A durchschneidet. Es ist dieses also der Meridian des Ortes L, der durch den Aequator in M in zwey gleiche Theile vertheilt wird, welche zwey Quadranten vom Zirkel sind, deren jeder 90 Grade enthält. Nachgehends bemer-

bemerke ich, daß der Bogen dieses Meridians LM den Abstand des Ortes L vom Aequator giebt, und daß der Bogen LB den Abstand des nämlichen Ortes L vom Pole B ausdrückt.

Dieses festgesetzt, ist dienlich, daß man bemerke, daß der Bogen LM, oder der Abstand des L vom Aequator die Breite des Ortes L genennt wird; so daß die Breite eines Ortes auf dem Erdboden anders nichts ist, als der Bogen des Meridians dieses Ortes, welcher zwischen dem Aequator und dem gegebenen Orte liegt; oder auch die Breite eines Ortes ist der Abstand dieses Ortes vom Aequator, welcher Abstand in Graden ausgedrückt wird, deren Werth wir kennen, da wir wissen, daß jeder Grad 15 deutsche Meilen enthält.

Ew. Hoheit begreifen leicht, daß man diesen Abstand unterscheiden muß, je nachdem der Ort sich in der nordlichen, oder in der südlichen Kugel-Hälfte befindet; in dem ersten Falle, wenn der gegebene Ort in der nordlichen oder mitternächtlichen Hemisphäre liegt, so sagt man, er habe eine nordliche Breite; liegt er aber in der andern, südlichen oder mittägigen Hemisphäre, so sagt man, seine Breite sey südlich.

Also, wenn von Berlin die Frage ist, so sagt man, seine nordliche Breite sey 52 Grade und 31 Minuten; so ist auch die Breite von Magdeburg ebenfalls nordlich, von 52 Graden und 19 Minuten. Aber die Breite von Batavia in Ostindien ist südlich, von 6 Graden und 15 Minuten; und die vom Vorgebürge der guten Hofnung in Afrika ist ebenfalls südlich, von 34 Graden 15 Minuten.

Im Vorbeygehn merke ich hier an, daß man, um abzukürzen, anstatt des Wortes Grad, eine kleine Nulle (°) über der Zahl setzt, und anstatt des Wortes Minu-

Minute einen kleinen Strich ('), und wenn es Sekunden giebt, so setzt man deren zwey (''); auf diese Weise ist die Breite der Sternwarte zu Paris 48°. 50'. 10''. B. das will sagen: 48 Grade, 50 Minuten und 10 Sekunden nordlich. In Peru giebt es einen Ort, genannt Ylo, dessen Breite man gefunden hat 17°. 36'. 15''. M. oder 17 Grade, 36 Minuten und 15 Sekunden südlich. Woher Ew. Hoheit begreifen, daß, wenn die Rede von einem Orte wäre, dessen Breite 0°. 0'. 0''. wäre, so würde dieser Ort präcis unter dem Aequator liegen, weil sein Abstand vom Aequator Nulle oder nichts ist; und hier ist es nicht nöthig, den Buchstaben B, oder M, nord- oder südlich beyzufügen. Wenn man aber zu einem Orte hinkommen würde, dessen Breite 90° N. wäre, so würde dieser Ort genau der nordliche Pol der Erde selbst seyn, der von dem Aequator einen Viertels-Zirkel oder 90 Grade entfernt ist. Hieraus verstehen Ew. H. vollkommen, was die Breite eines Ortes ist, und warum man sie durch Grade, Minuten und Sekunden ausdrückt.

Es ist sehr wichtig, daß man die Breite eines jeden Ortes kenne, nicht allein für die Erdbeschreibung, damit man einem jeden seine richtige Stelle auf den Landkarten anweisen könne, sondern weil auch von der Breite die Jahrszeiten, die Ungleichheit der Tage und der Nächte, und folglich die Temperatur des Ortes abhängt. Was die Gegenden betrift, die unter dem Aequator selbst liegen, so giebt es daselbst beynahe keine Veränderlichkeit in den Jahrszeiten, und das ganze Jahr hindurch sind die Tage und Nächte von gleicher Länge, nämlich von 12 Stunden; um dieses Grundes willen wird der Aequator auch die Aequinoctiallinie genennt; allein, je mehr man sich vom Aequator entfernt, desto merklicher wird auch der Unterschied zwischen den Jahrszeiten, und um

um desto mehr übertrift auch die Länge der Tage die Nächte im Sommer, indeß daß hinwiederum die Tage im Winter um so viel kürzer sind als die Nächte.

Ew. Hoheit wissen, daß die längsten Tage zu Anfang des Sommers, um den 21sten Junius sind; folglich hat man zu eben derselben Zeit die kürzesten Nächte; und daß hingegen zu Anfang des Winters, um den 22sten December, die Tage am kürzesten, und die Nächte am längsten sind, so daß aller Orten der längste Tag der längsten Nacht gleich ist. Nun hängt an jedem Orte die Dauer des längsten Tages von der Breite des Ortes ab. Hier in Berlin ist der längste Tag 16 Stunden und 38 Minuten lang, und folglich der kürzeste Tag im Winter von 7 Stunden und 22 Minuten. An Oertern, die dem Aequator näher liegen, oder deren Breite kleiner ist, als die von Berlin, welche 52°. 31′ ist, hat der längste Tag im Sommer weniger als 16 Stunden 38 Minuten, und der kürzeste Tag im Winter mehr als 7 Stunden 22 Minuten. Das Gegentheil geschieht an denjenigen Oertern, die vom Aequator weiter entfernt sind; in Petersburg z. E. dessen Breite 60 Grade beträgt, ist der längste Tag von 18 Stunden 30 Minuten, und folglich ist die Nacht alsdann nur 5 Stunden 30 Minuten; im Winter hingegen ist die längste Nacht daselbst von 18 Stunden 30 Minuten, und alsdann ist der Tag nur 5 Stunden und 30 Minuten. Entfernt man sich noch weiter vom Aequator, und kömmt man zu einem Orte, dessen Breite 66°. 30′ ist, so ist der längste Tag daselbst genau 24 Stunden lang, oder die Sonne geht alsdann daselbst nicht unter; indeß daß im Winter das Gegentheil geschieht, indem die Sonne den ganzen 23sten December daselbst gar nicht aufgeht, oder die Nacht alsdann 24 Stunden lang dauert. Und an Oertern, die noch weiter vom Aequator entfernt, und folglich dem Pole

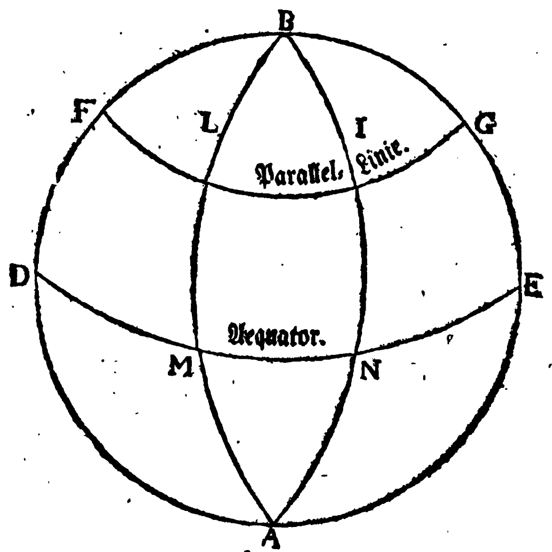
noch

noch näher sind, wie z. E. Warthuys im schwedischen Lappland, dauert dieser längste Tag von 24 Stunden mehrere Tage nach einander, während denen die Sonne gar nicht untergeht, und die längste Nacht, wo die Sonne gar nicht aufgeht, dauert gleich lange.

Wenn wir zum Pole selbst hinkommen könnten, so würden wir daselbst sechs Monate nach einander Tag haben, und während den sechs andern Monaten, eine unaufhörliche Nacht. Hieraus verstehen Ew. Hoheit, wie wichtig es ist, die Breite aller Oerter der Erde richtig zu kennen.

den 26sten August 1761.

Hundert und acht und funfzigster Brief.



Nachdem ich die Ehre gehabt, Ew. Hoheit zu sagen, daß man, um den Meridian eines gegebenen Ortes L

zu

zu finden, auf der Oberfläche der Erde einen Halbzirkel BLMA ziehen muß, der durch die beyden Pole B und A, und durch den gegebenen Ort L geht; merke ich an, daß es eine unzählige Menge anderer Oerter giebt, durch welche dieser nämliche Meridian durchgeht, und von denen allen man folglich sagt, sie liegen unter dem gleichen Meridian, es sey in der nordlichen Kugel-Hälfte, zwischen B und M, oder in der südlichen oder mittägigen, zwischen M und A.

Nun sind alle Oerter, die unter einem gleichen Meridian liegen, in Absicht auf ihre Breite, verschieden, da die einen von dem Aequator minder oder mehr entfernt sind als die andern. Auf diese Weise geht der Meridian von Berlin durch die Stadt Meissen und beynahe durch den Hafen von Triest und durch eine Menge anderer minder beträchtlicher Oerter.

Ferner sehen Ew. Hoheit auch, daß unzählig viele Oerter die nämliche Breite haben, oder gleich weit vom Aequator entfernt seyn können, aber daß diese Oerter alle unter verschiedenen Mittagslinien liegen. Wirklich, wenn L die Stadt Berlin ist, deren Breite oder der Bogen LM 52°. 31' beträgt, so kann man unter jedem andern Meridian BNA einen Ort I angeben, dessen Breite oder der Bogen IN ebenfalls 52°. 31' ist; dergleichen Oerter sind auch die Punkten F und G in den Mittags-Linien BDA und BEA. Da man also durch jeden Punkt des Aequators einen Meridian ziehen kann, in welchem ein Ort liegen muß, dessen Breite die nämliche mit der von Berlin oder des Ortes L ist, so wird man unzählig viele Oerter von gleicher Breite haben. Alle diese Oerter werden in einem Zirkel FLIG liegen, der, weil alle seine Punkte gleich weit vom Aequator entfernt sind, ein Parallel-Zirkel mit dem Aequator, oder schlechtweg eine Parallel-Linie

genennt

genennt wird. Eine Parallel-Linie auf der Erde ist demnach nichts anders als ein Zirkel, der mit dem Aequator parallel läuft, oder dessen Punkte insgesamt gleich weit vom Aequator entfernt sind; woher denn klar ist, daß alle Punkte einer Parallel-Linie auch gleich weit von den Polen der Erde entfernt sind.

Da man durch jeden Ort der Erde eine solche Parallel-Linie ziehen kann, so kann man sich eine unzählige Menge von Parallel-Linien denken, die alle, in Absicht auf die Breite, unter einander verschieden sind, indem jeder eine, es sey nordliche oder südliche, Breite hat, die ihm eigen ist.

Ew. Hoheit begreifen auch, daß je größer die Breite ist, oder je näher man zu einem von den Polen kömmt, desto kleiner werden die Parallel-Linien, bis endlich bey den Polen selbst, wo die Breite 90° ist, diese Parallel-Linien in einen einzigen Punkt zusammenlaufen. Im Gegentheil aber, je näher man dem Aequator kömmt, oder je kleiner die Breite ist, desto grösser sind auch die Parallel-Linien, und sie fließen zuletzt mit dem Aequator selbst zusammen, wenn die Breite Null oder Nichts ist. Auch unterscheidet man diese Parallel-Linien durch die Breite; so ist die Parallel-Linie von 30 Graden diejenige, die alle Oerter durchschneidet, deren Breite von 30 Graden ist, wobey man dennoch anzeigen muß, ob man von einer nordlichen, oder von einer südlichen Breite rede.

Wenn Ew. Hoheit die Landkarten aufschlagen, so werden Sie sehen, daß Hannover unter der nämlichen Parallel-Linie mit Berlin liegt, indem die Breite des einen und des andern 52°. 31′ ist, und daß auf gleiche Weise die Städte Braunschweig und Amsterdam beynahe unter die gleiche Parallel-Linie fallen; daß aber die Mittags-Linien, die durch diese Oerter gehen, ver-

schie-

schieden sind. Wenn man nun sowol den Meridian, als die Parallel-Linie kennt, unter welchen ein Ort liegt, so kennt man desselben wahre Stelle auf der Erde. Wenn man uns z. E. sagte, ein gewisser Ort liege unter dem Meridian BNA und unter der Parallel-Linie FLG, so dörfte man nur sehen, wo der Meridian BNA von der Parallel-Linie FLG durchschnitten wird, und der Durchschnitts-Punkt I wird die wahre Stelle des aufgegebenen Ortes seyn.

Auch bedienen sich die Erdbeschreiber dieses Mittels, zur Bestimmung der wahren Lage aller Oerter der Erde. Man braucht nur die Parallel-Linie zu kennen, oder ihre Breite, und den Mittags-Zirkel, der dem Orte entspricht. Was die Parallel-Linie betrift, so ist es leicht, sie zu bezeichnen und von allen andern Parallel-Linien zu unterscheiden; man hat nur die Breite anzuzeigen, oder den Abstand vom Aequator, der entweder nordlich oder südlich ist. Aber wie kann man einen Mittags-Zirkel beschreiben und ihn von allen andern unterscheiden? Alle Mittags-Zirkel sind einander vollkommen ähnlich, sie sind alle unter einander gleich, und kein einziger hat ein wesentliches Kennzeichen vorzüglich vor andern. Es hängt also einzig von unserm Gutdünken ab, einen gewissen Meridian zu wählen und ihn zum Zählen aller andern festzusetzen. Wenn man z. E. in der zu Anfang dieses Briefes vorgezeichneten Figur den Meridian BDA wählte, so wäre es leicht, uns eine Beschreibung von jedem andern Meridian, als von BMA, zu geben, man dürfte uns nur in dem Aequator den Bogen DM, der zwischen dem festgesetzten Meridian BDA und demjenigen, von dem die Frage ist, BMA, begriffen ist, anzeigen, wenn man nur noch beyfügt, gegen welcher Seite man von dem festgesetzten Meridian ausgehen muß, um zu

dem andern zu kommen, ob gegen Osten oder gegen Westen.

Diesen festen Meridian, von welchem an man die andern alle zählt, nennt man den ersten Meridian, und weil die Wahl dieses ersten Meridians von unserm Gutdünken abhängt, so werden Ew. Hoheit sich nicht wundern, daß die verschiedenen Nationen hierüber nicht einstimmig sind. Die Franzosen haben zu diesem Ende die Insel Ferro, eine von den canarischen Inseln, erwählt, und durch diese Insel ziehen sie ihren ersten Meridian. Die Deutschen und die Holländer lassen ihren ersten Meridian durch eine andre von den canarischen Inseln gehen, welche Teneriffa heißt. Allein, man mag nun den Franzosen oder den Deutschen folgen, so muß man immer auf dem Aequator den Punkt, durch welchen der erste Meridian geht, wohl bezeichnen, und von diesem Punkte aus berechnet man nachgehends nach Graden die Punkte, durch welche andere Mittags-Linien gehen, und sowol die Franzosen, als die Deutschen stimmen hierin überein, daß man von West gegen Ost zählt.

Also, wenn in unsrer Figur der Halbzirkel BDA der erste Meridian wäre, und die Punkte des Aequators M und N lägen gegen Ost; so darf man, um jeden andern Meridian BMA zu bezeichnen, nur die Größe des Bogens DM anzeigen, und dieser Bogen ist es, was man die Länge aller unter dem Meridian BMA liegenden Oerter nennt. Wäre die Frage von Oertern, die unter dem Meridian BNA liegen, so würde ihre Länge der in Graden, Minuten und Sekunden ausgedruckte Bogen des Aequators DN seyn.

den 29sten August 1761.

Hun-

Hundert und neun und funfzigster Brief.

Ew. Hoheit werden nunmehr über das, was man die Breite und die Länge eines Ortes auf der Erde nennt, vollkommen unterrichtet seyn. Die Breite wird auf dem Meridian gezählt, von dem gegebenen Orte an bis zum Aequator, oder aber, sie ist der Abstand der Parallel-Linie, die den gegebenen Ort durchschneidet, von dem Aequator; wobey man, um alle Zweydeutigkeit zu vermeiden, beyfügen muß, ob dieser Abstand oder diese Breite nordlich oder südlich sey.

In Absicht auf die Länge, muß man sehen, wie weit der Meridian des gegebenen Ortes von dem ersten Meridian entfernt sey, und diese Entfernung zählt man auf dem Aequator, von dem ersten Meridian an, bis zum aufgegebnen Meridian, indem man immer von West gegen Osten geht; oder aber, die Länge ist der Abstand des Meridians des gegebenen Ortes von dem ersten Meridian, indem man die Grade auf dem Aequator zählt, wie ich so eben gesagt habe.

Man zählt also immer von dem ersten Mittags-Zirkel gegen Osten, woraus Ew. Hoheit begreifen, daß, wenn man bis auf 360 Grade gezählt hat, man genau wieder zum ersten Meridian zurückgekehrt seyn wird, weil 360 Grade den ganzen Umfang des Aequators ausmachen: Also, wenn die Rede von einem Orte ist, dessen Länge 359 Grade wäre, so würde der Meridian dieses Ortes von dem ersten Meridian nur um einen Grad entfernt seyn, aber gegen West oder Niedergang; gleicher Weise stimmen 350° Länge mit einer Entfernung von 10° gegen West oder Niedergang überein. Also, um aller Zweydeutigkeit auszuweichen, fährt man in Bestimmung der Längen fort, bis auf 360° gegen Osten zu zählen.

Ew. Hoheit sind ohne Zweifel begierig, zu wissen, warum die Erdbeschreiber übereingekommen sind, den ersten Meridian durch eine von den canarischen Inseln zu ziehen, und daselbst festzusetzen? auf welches ich die Ehre habe zu antworten, daß man sich nach den Gränzen von Europa gegen Westen hat richten wollen, und da man die im atlantischen Meere, jenseits Spanien, gegen Amerika gelegene canarische Inseln, als noch zu Europa gehörend, ansieht, so hat man dienlich gefunden, den ersten Meridian durch die äußerste von den canarischen Inseln zu ziehen, damit man die andern Mittags-Zirkel ununterbrochen, nicht allein durch ganz Europa weg, sondern auch durch ganz Asien berechnen könnte: von wannen man, wenn man ostwärts mit zählen fortfährt, nach Amerika kömmt, und von da endlich wieder zum ersten Meridian.

Aber welcher von diesen canarischen Inseln soll man den Vorzug geben? Einige französische Erdbeschreiber haben die Insel Ferro erwählt, und die Deutschen die Insel Teneriffa, weil man damals noch nicht so genau über die wahre Lage dieser Inseln unterrichtet war, und man vielleicht nicht wußte, welche von ihnen die äußerste wäre; zudem haben die Deutschen geglaubt, der hohe Berg von Teneriffa, genannt Pico, wäre, so zu reden, von der Natur dazu ausgezeichnet, den ersten Meridian dadurch zu ziehen.

Dem sey, wie ihm wolle, so ist es beynahe lächerlich, den ersten Meridian durch einen Ort zu ziehen, dessen Lage nicht richtig bekannt ist; denn nur erst seit kurzer Zeit hat man die Lage der canarischen Inseln besser bestimmt. Aus diesem Grunde setzen die Astronomen, die in ihren Untersuchungen mehrere Genauigkeit anbringen, den ersten Meridian so, daß der Meridian der parisischen Sternwarte genau um 20 Grade

davon

davon entfernt sey, ohne sich darum zu bekümmern, durch welchen Ort alsdann der erste Meridian gehe; dieß ist ohne Zweifel der sicherste Weg, den man nehmen kann; und um jeden andern Meridian zu bestimmen, ist das beste Mittel, seine Entfernung von dem parisischen zu suchen; wenn alsdenn dieser andre Meridian mehr ostwärts ist, so darf man nur 20 Grade hinzufügen, um die Länge der Oerter zu haben, die unter demselben liegen; wenn aber dieser Meridian mehr westwärts liegt, als der parisische, so zieht man ihren Abstand von den 20 Graden ab; endlich, wenn dieser Abstand gegen Westen größer ist, als 20 Grade, so zieht man ihn von 380 Graden, oder von 20 Graden über den 360 ab, so har man die Länge des Meridians.

Also, da der Meridian von Berlin um 11°. 7'. 15". mehr ostwärts liegt, als der von Paris, so wird die Länge von Berlin 31°. 7'. 15". betragen; und dieß ist auch die Länge aller andern unter dem nämlichen Meridian mit Berlin gelegenen Oerter.

Auf gleiche Weise, da der Meridian von Petersburg um 28 Grade östlicher liegt, als der von Paris; so wird die Länge von Petersburg 48° seyn.

Der Meridian von St. James in London ist um 2°. 25'. 15". mehr gegen Westen als der von Paris; also, wenn man diese Zahl von 20° abzieht, so giebt der Rest von 17°. 34'. 45". die Länge von St. James in London.

Wir wollen auch die Stadt Lima in Peru betrachten, deren Mittags-Zirkel um 79°. 9'. 30". von dem parisischen westwärts entfernt ist, welche Zahl man folglich von 380° abziehen muß; so wird man die Länge von Lima 300°. 50'. 30". finden.

Nun, wenn man sowol die Breite als die Länge eines Ortes kennt, so ist man im Stande, seinen wahren Platz auf einer Erdkugel, oder auf einer Landcharte anzuzeigen; denn da die Breite den Parallel-Zirkel anzeigt, unter welchem der Ort liegt, und die Länge den Meridian desselben Ortes giebt, so wird die Stelle, wo die Parallel-Linie den Meridian durchschneidet, genau der aufgegebene Ort seyn.

Auch dürfen Ew. Hoheit nur eine Landcharte ansehen; z. E. die von Europa: so werden Dieselben zu beyden Seiten die Grade der Parallel-Zirkeln, oder ihre Entfernungen vom Aequator, angezeichnet finden, und oben und unten die Grade der Länge, oder die Entfernungen der Mittags-Zirkel von dem ersten Meridian.

Gemeiniglich zieht man auf den Charten sowol die Parallel-Linien als die Meridianen, entweder von Grade zu Grad, oder nur von fünf zu fünf Graden. In den meisten Charten sind die Meridian-Linien von oben nach unten gezogen, und die Parallel-Linien von der Linken zur Rechten; wobey der obere Theil gegen Norden, der untere gegen Süden oder Mittag, die rechte Seite gegen Aufgang oder Osten, und die linke gegen Niedergang oder Westen gerichtet ist.

Nachgehends muß man auch anmerken, daß, weil alle Mittags-Zirkel in den beyden Polen zusammenlaufen, der Abstand zweyer Meridianen immer kleiner werden muß, je näher sie dem Pole kommen; unter dem Aequator ist dieser Abstand zwischen zwey Mittags-Zirkeln am größten. Auch werden E. Hoheit auf allen guten Charten, wo die Mittags-Linien gezogen sind, sehen, daß sie sich oben oder gegen Norden immer einander nähern, und daß ihre Entfernungen unten, das ist, wo sie dem Aequator näher kommen, größer werden.

Die-

Dieses dient zu einem bessern Verständniß der Landcharten, durch die man uns die Oberfläche oder einen Theil der Oberfläche der Erdkugel vorzustellen trachtet.

Allein, meine Haupt-Absicht ist, zu zeigen, wie die wahre Lage eines jeden Ortes auf der Erde durch seine Breite und Länge bestimmt wird.

den 1sten September 1761.

Hundert und sechzigster Brief.

Da es so wichtig ist, daß man sowohl die Breite als die Länge eines jeden Ortes kenne, um zu wissen, auf welchem Punkte man sich auf der Oberfläche der Erde befinde, so werden Ew. Hoheit leicht schließen, daß es ebenfalls wichtig sey, die eigentlichen Mittel zu entdecken, die uns zu dieser Kenntniß führen.

In der That, wenn ein Mensch nach einer langen Reise an einen Ort hinkömmt, es sey zu Lande, oder auf dem Meere, so könnte nichts wichtiger für ihn seyn, als daß er innen würde, an welchem Ort der Erde er sich alsdenn befinde; ob er nahe bey irgend einem bekannten Lande sey oder nicht? und welchen Weg er nehmen müsse, um dahin zu gelangen? Das einzige Mittel, diesen Mann aus seiner Verlegenheit zu ziehen, wird ohne Zweifel dieses seyn, daß man ihm die Breite und die Länge des Ortes entdecke, wo er sich befindet: allein, was für eines Mittels soll er sich bedienen, um zu dieser Entdeckung zu gelangen? gesetzt, er sey entweder auf dem Meere oder zu Lande in irgend einer weiten Wüste, wo kein Einwohner ist, bey dem er sich Raths erholen könnte. Nun, wenn er die Breite und Länge seines Ortes gewiß weiß, so wird er, vermittelst einer Erdkugel oder durch Landcharten, den Punkt seines Aufenthalts leichtlich darauf anmerken, woraus er im Stande seyn wird, alle ihm nöthige Erläuterungen herzunehmen.

 Ich

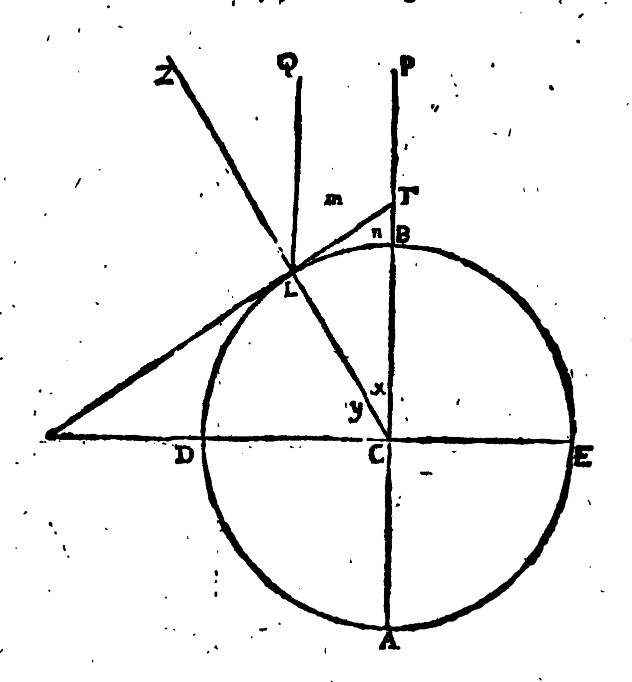
Ich werde Ew. Hoheit zeigen, daß uns vornemlich die Astronomie die Mittel an die Hand giebt, sowol die Breite als die Länge des Ortes, wo wir uns befinden, zu kennen; allein, um Ew. Hoheit durch eine weitläufige Herzählung aller Methoden, die die Astronomen in dieser wichtigen Absicht entdeckt haben, nicht zu ermüden, werd ich mich begnügen, Denenselben einen allgemeinen Begrif davon vorzulegen, und ich darf mir schmeicheln, daß auf die Weise, wie ich es anstellen werde, dieser Begrif hinreichend seyn werde, um Ew. Hoheit die Grundsätze begreiflich zu machen, worauf alle diese Methoden gegründet sind.

Ich werde mit der Erforschung der Breite den Anfang machen, die fast keiner Schwierigkeit unterworfen ist, indeß daß die Erforschung der Länge die Kräfte des menschlichen Geistes annoch zu übersteigen scheint, besonders wenn man sich zur See befindet, und wenn die äußerste Genauheit erfodert wird: auch hat man aus diesem Grunde auf die Erforschung der Länge sehr ansehnliche Preiße gesetzt, um die Gelehrten besser aufzumuntern, ihre Geschicklichkeit und ihre Bemühungen zu vereinen, damit eine so wichtige Entdeckung, als diese ist, doppelt interessant würde, theils durch die Ehre, theils durch den Gewinn, den sie dem Erfinder einbringen wird.

Ich komme auf die Breite zurück, und auf die Mittel, sie zu entdecken, und behalte mir vor, zu einer andern Zeit umständlicher von der Länge zu reden, und von den verschiednen Methoden, sie fürnemlich auf See-Reisen zu entdecken.

Es seyen in der hier beygefügten Figur die Punkte B und A die Pole der Erde; BA ihre Achse und C ihr Mittelpunkt; der Halbzirkel BDA stelle einen Mittags-

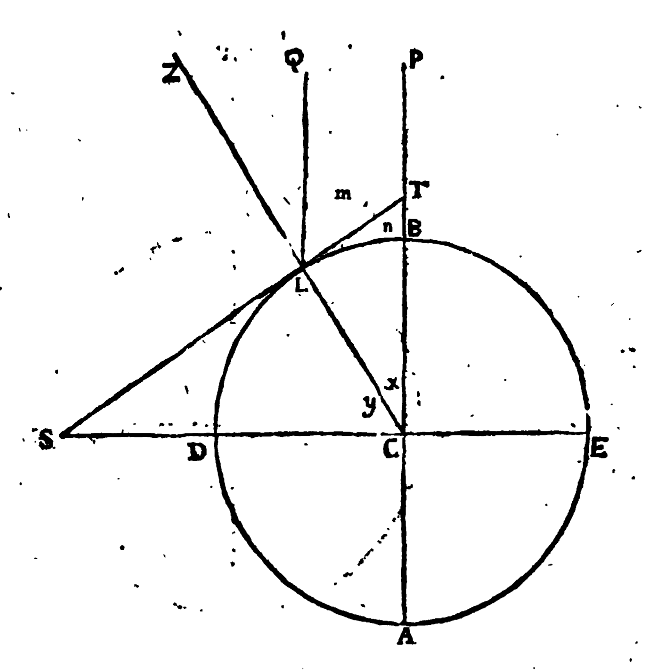
Zirkel vor, den der Aequator im Punkte D durchschnei- det, und BD, AD werden Quadranten des Zirkels oder Bogen von 90 Graden seyn. Die gerade Linie CD



wird also ein Radius des Aequators seyn, und DE sein Durchmesser.

Es sey nun in diesem Meridian BDA der Punkt L der gegebene Ort, dessen Breite man suchen muß, oder die Anzahl der Grade, die der Bogen LD enthält, der den Abstand des Punktes L vom Aequator mißt; oder auch, wenn man den Radius CL zieht, da der Bogen LD das Maaß des Winkels DCL ist, den

ich y nennen will, so wird dieser Winkel y die Breite des Ortes L ausdrücken, um deren Entdeckung es zu thun ist.



Nun, da es uns nicht verstattet ist, bis zum Mittelpunkt der Erde einzudringen, um daselbst diesen Winkel zu messen, so müssen wir uns zum Himmel wenden. Daselbst führt die Verlängerung der Erd-Achse AB zum Nord-Pol des Himmels P, den man als von der Erde unendlich weit entfernt ansehen muß. Man verlängre gleichfalls den Radius LC, der sich in dem Himmel in dem Punkte Z endigt, den man den Scheitel-Punkt, das Zenith des Ortes nennt; nachgehends, wenn man durch L die gerade Linie ST senkrecht mit dem Radius CL zieht, so werden Ew. Hoheit sich

sich erinnern, daß diese Linie ST eine Tangente des Zirkels ist, und daß sie folglich dem Orte L horizontal seyn wird: denn unser Horizont berührt immer die Oberfläche der Erde an dem Orte, wo wir uns befinden.

Nun sehe man in L gegen dem Pole des Himmels P; weil derselbe unendlich entfernt ist, so wird die gerade Linie LQ, die ebendahin gerichtet ist, mit der Linie ABP, oder mit der Erd-Achse parallel seyn; dieser Himmels-Pol wird also zwischen dem Zenith und dem Horizont LT erscheinen, und der Winkel TLQ, der durch den Buchstab m angezeigt ist, wird zeigen, wie viel die gerade gegen den Pol gerichtete Linie LQ über den Horizont erhaben ist; daher dieser Winkel m die Erhebung des Pols genennt wird.

Ew. Hoheit haben ohne Zweifel schon ziemlich oft von der Erhebung des Pols sprechen gehört, die man auch die Pol-Höhe nennt, und die nichts anders ist, als der Winkel, den die gerade, gegen den Himmels-Pol gerichtete, Linie LQ, mit dem Horizonte des Ortes macht, wo wir sind. Ew. Hoheit begreifen ebenfalls leicht, wie es möglich ist, vermittelst eines gewissen zu dieser Absicht dienlichen astronomischen Instruments, diesen Winkel m zu beobachten, ohne daß ich nöthig habe, mich hierüber umständlicher einzulassen.

Dieses festgesetzt hab ich die Ehre, Ew. Hoheit zu versichern, daß, wenn man diesen Winkel m, oder die Höhe des Pols, gemessen hat, uns der nämliche Winkel genau die Breite des Ortes L, oder auch den Winkel y giebt. Zu diesem Ende darf man nur zeigen, daß diese zwey Winkel m und y einander gleich sind.

Erstlich, da die Linie LQ mit CP parallel ist, so sind die Winkel m und n Wechsel-Winkel (alterne), und folglich einander gleich. Hernach da die Linie LT mit

mit dem Radius CL senkrecht ist, so wird der Winkel L des Triangels CLT ein rechter Winkel seyn, und die beyden andern Winkel eben dieses Triangels n und x werden zusammen auch einen rechten Winkel ausmachen. Aber, da der Bogen BD ein Quadrant vom Zirkel ist, so wird der Winkel BCD auch ein rechter seyn, die beyden Winkel x und y machen also zusammen so viel als die beyden Winkel n und x. Man nehme den Winkel x auf beyden Seiten weg, so wird der Winkel y dem Winkel n, und folglich auch dem Winkel m gleich seyn.

Allein, ich habe schon angemerkt, daß der Winkel y die Breite des Ortes L ausdrückt, und der Winkel m die Elevation oder Höhe des Poles an dem nämlichen Orte L; also ist die Breite eines Ortes immer der Höhe des Pols an dem nämlichen Orte gleich. Also, die Mittel, die die Astronomie uns an die Hand giebt, um die Pol-Höhe zu beobachten, geben uns die Breite, die wir suchen.

Auf diese Weise haben uns die in Berlin angestellte astronomische Beobachtungen gelehrt, daß die Polhöhe daselbst 52°. 31'. ist, und hieraus haben wir den Schluß gemacht, die Breite von Berlin sey ebenfalls 52°. 31'.

Es ist dieses ein merkwürdiges Beyspiel, wie der Himmel uns über Dinge Licht geben kann, die sich nur auf die Erde beziehen.

den 5ten September 1761.

Hundert und ein und sechzigster Brief.

Ich gehe nunmehr zur Betrachtung der Länge über, und merke an, daß, wenn man, es sey zu Wasser oder zu Lande, von einem bekannten Ort ausgeht, man die Länge des Ortes, wohin man gekommen ist, leicht

wird

wird finden können, wenn man nur die Länge des Wegs und die Richtung, die man genommen hat, genau kennt; die Länge läßt sich in diesem Falle sogar ohne Hülfe der Astronomie finden, und dieses verdienet wohl, daß ich es Ew. Hoheit deutlicher erkläre.

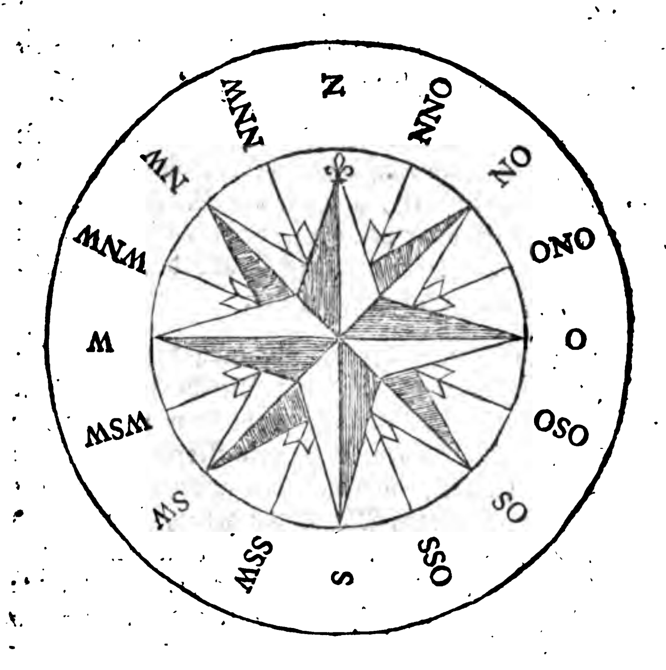
Was die Länge des Wegs betrift, so mißt man sie nach Schuhen; man weiß nachgehends, wie viel Schuhe eine Meile ausmachen, und wie viel Meilen zu einem Bogen gehören, der einen Grad auf der Erde beträgt: auf diese Weise kann man durch Grade den Weg ausdrücken, den man zurückgelegt hat.

Was die Route oder die Richtung des Wegs betrift, so muß man die Lage des Meridians an jedem Orte, wo man sich befindet, wohl kennen. Da der Meridian auf der einen Seite dem Nordpol zu, oder gegen Norden hin, und auf der andern Seite dem Südpol zu, oder gegen Mittag hin gehet, so darf man nur auf dem Horizonte, wo man sich befindet, eine gerade Linie von Nord nach Süden ziehen, die man die Mittags-Linie dieses Ortes nennt. Man muß sich alle mögliche Mühe geben, um diese Mittags-Linie recht genau zu ziehen, und hierinn muß uns der Himmel abermal zum Führer dienen.

Ew. Hoheit wissen, daß es Mittag ist, wenn die Sonne am höchsten über den Horizont erhaben ist; nun befindet sich alsdann die Sonne gerade gegen Süden, und der Schatten eines auf einer horizontalen Fläche senkrecht stehenden Stockes wird alsdenn gerade gegen Norden fallen; woraus leicht zu begreifen ist, wie die Beobachtungen der Sonne uns Mittel an die Hand geben, an welchem Orte wir uns immer befinden mögen, die Mittags-Linie richtig zu ziehen.

Hat

Hat man nun die Mittags-Linie gezogen, so sind alle andern Richtungen oder Routen leicht zu bestimmen.



Es sey in beygefügter Figur die gerade Linie N S die Mittags-Linie, in welcher das eine Ende N gegen Norden und das andere S gegen Süden gerichtet ist. Mit dieser Mittags-Linie N S ziehe man senkrecht die gerade Linie O W, deren Ende O gegen Aufgang oder Ost, und das andere Ende W gegen Untergang oder West gerichtet seyn wird. Wenn man nun den Zirkel in sechzehn gleiche Theile eingetheilt hat, so wird man so viel nach den beygefügten Buchstaben genannte Richtungen haben, und falls man einen Weg nähme, der mit einem von diesen sechzehn nicht genau übereinträfe, so bezeichnet man den Winkel, den dieser Weg mit der

Mit-

Mittags-Linie N S macht, oder mit der Linie O W, die mit ihr perpendikular ist.

Durch dieses Mittel wird man die Richtung genau kennen können, die man im Reisen gehalten hat; und so oft man sowol von der Länge des Wegs, als von der Richtung, der man gefolgt ist, recht gewiß ist, so ist es sehr leicht, den wahren Ort zu bestimmen, wohin man gekommen ist, und sogar sowol seine Breite als seine Länge anzugeben. Zu diesem Ende wird man sich einer guten Landcharte bedienen, deren Umfang so groß seyn muß, daß sie sowol den Ort, wo man ausgereist ist, als den, wo man angekommen ist, in sich fasse; und auf dieser Charte kann man, vermittelst des Maaßstabes, der die Grösse einer Meile in dieser Charte anzeigt, den Weg ziehen, den man durchgelaufen hat.

Die gegenüberstehende Figur stellt eine solche Charte vor, worauf von Grade zu Grad sowol die Parallel-Linien von der Linken zu Rechten, als die Mittags-Linien von oben nach unten, angezeigt sind, und worauf man auch sehen kann, daß die Mittags-Linien oben gegen Norden einander näher sind, als unten gegen Süden; wie solches auf der Erde wirklich geschieht.

Diese Charte enthält einen Theil der Oberfläche der Erde, von dem 53sten Grade nordlicher Breite bis zum 59sten; und vom 13ten Grade der Länge bis zum 26sten.

Wir wollen nun annehmen, man sey von dem Orte L ausgereist, dessen Länge 16° und die Breite 57°. 20′ ist, und man habe nach der Richtung OSO einen Weg von 75 deutschen Meilen zurückgelegt. Um die Länge und die Breite des Ortes zu finden, wohin man gekommen ist, ziehe man von dem Orte L die gerade Linie LM, so daß sie mit dem Meridian 16. 16 den näm-

nämlichen Winkel mache, den in der vorhergehenden Figur die Richtung OSO mit N macht. Hernach nehme man auf dieser Linie, nach dem in der Charte angezeigten Maasstabe, LM von 75 deutschen Meilen, so wird der Punkt M der Ort seyn, wohin man gekommen seyn wird.

Nunmehro darf man nur diesen Ort mit den auf der Charte gezogenen Mittags- und Parallel-Linien vergleichen, so wird man sehen, daß seine Länge ganz nahe beym 24sten Grad fällt, und wenn man den Theil des Grades, der dem 24sten Grade annoch beyzufügen ist, genauer mißt, so wird man für die Länge des Punktes M 24°. 4'. finden. Die Breite betreffend, sieht man, daß sie zwischen dem 55 und 56sten Grade fällt, und man wird sie leicht 55°. 25' schätzen; so daß die Breite des Ortes M, wohin man gekommen ist, 55°. 25', und seine Länge 24°. 4' beträgt.

Hier hab ich angenommen, man habe während der ganzen Reise die gleiche Richtung nach OSO genommen; allein, wenn man von Zeit zu Zeit die Richtung abänderte, so dürfte man nur für jede Abänderung die nämliche Operation anstellen, um den Ort zu finden, wo man damals gewesen, und nachher würde man von diesem Orte aus die folgende Richtung aufreißen, bis man sie von neuem abgeändert hat, und so immer fort, bis man zum letzten Orte gekommen ist. Durch dieses Mittel wird man auf Reisen immer im Stande seyn, die Oerter, wo man ankommt, zu kennen, wenn man nur immer die Richtung genau weiß, die man nimmt, und zugleich den Weg genau abmißt, den man zurücklegt.

In diesem Falle könnte man sogar der Hülfsmittel entbehren, die aus der Astronomie hergenommen werden, wenn man sie nicht zur genauen Kenntniß der Richtung, oder des Winkels, den sie mit der Mittags-

Linie

Linie macht, vonnöthen hätte; allein, die Magnet-Nadel oder der Kompaß kann oft dieses Bedürfniß ersetzen.

Ew. Hoheit werden indessen leicht begreifen, daß man sich in der Schätzung der Richtung und Länge des Wegs sehr beträchtlich irren kann, fürnemlich bey sehr grossen Reisen. Wenn ich nur nach Magdeburg gehe, wie oft ändere ich nicht die Richtung? und wie werd ich die Länge des Wegs genau abmessen? Allein, wenn die Reise zu Land gemacht wird, so ist man nicht an dieses Mittel gebunden; man ist alsdann im Stande, durch geometrische Berechnungen, die Entfernungen der Oerter und die Winkel, die diese Entfernungen mit der Mittags-Linie eines jeden Ortes machen, auszumessen; und durch dieses Mittel bestimmt man ziemlich genau die wahre Lage aller Oerter.

den 8ten September 1761.

Hundert und zwey und sechzigster Brief.

Bey Reisen zu Wasser scheint die angezeigte Methode sowol die Richtung, die man nimmt, als die Länge des zurückgelegten Wegs zu beobachten, von sehr grosser Hülfe zu seyn, weil man hier nicht genöthigt ist, alle Augenblicke die Richtung abzuändern, wie es bey Land-Reisen geschieht; denn so lange man den gleichen Wind hat, so lange kann man die gleiche Richtung beybehalten.

Auch sind die Steuermänner, die die Schiffe führen, sehr aufmerksam in genauer Beobachtung der Richtung, die das Schiff hält, und in Abmessung des Weges, den es zurücklegt; sie halten ein genaues Tageregister über alle diese Beobachtungen, und am Ende eines jeden Tages oder auch noch öfter, zeichnen sie auf ihren See-Charten, welche den Umfang des Meeres vorstellen, den Weg, den sie zurückgelegt haben, und sind durch dieses Mittel im Stande, für jede Zeit auf ihren Charten

den Punkt anzuzeigen, wo sie sich befinden, und von dem sie folglich sowol die Breite als die Länge kennen. Auch irren sich die Steuermänner hierinn nicht um vieles, so lange der Lauf ordentlich fortgeht, und das Schiff etwa durch Sturm nicht allzusehr bewegt wird: aber wenn sie Ursache haben, sich nicht zu trauen, so nehmen sie ihre Zuflucht zu astronomischen Beobachtungen, woraus sie die Höhe des Pols abnehmen, welche sie, da sie immer mit der Breite des Ortes, wo sie sich befinden, gleich ist, mit derjenigen vergleichen, die sie, zufolge ihrer Schätzung des Weges, auf der Charte angemerkt haben. Finden sie, daß sie übereinstimmt, so ist es ein Beweis, daß ihre Schätzung richtig ist; entdecken sie einigen Unterschied, so schliessen sie mit Gewißheit, sie haben sich in der Schätzung des Wegs und der Richtung geirrt; alsdann untersuchen sie den einen und die andre sorgfältiger und trachten, die gehörigen Verbesserungen dabey anzubringen, um die Schätzung mit der Beobachtung der Polhöhe, oder der Breite, die ihr gleich ist, zu vereinigen.

Bey kleinen Reisen mag diese Vorsicht genugsam seyn, weil die Fehler, die man dabey begeht, beynahe von keiner Erheblichkeit sind; allein, bey langen Reisen können diese kleine Fehler sich dermassen anhäufen, daß man sich am Ende gar grob irret, so daß der Ort, wo man sich wirklich befindet, beträchtlich von demjenigen verschieden ist, wo man auf der Charte zu seyn glaubt.

Bis dahin hab ich angenommen, die Reise gehe ganz stille vor sich: jetzt stelle man sich vor, es komme ein grosser Sturm dazwischen, während welchem das Schiff den heftigsten Stössen sowol des Windes als der Wellen ausgesetzt ist; alsdann ist es gar zu klar, daß alle Schätzung der Länge und der Richtung des Wegs ganz in Unordnung gebracht ist, und daß es schlechter-

dings nicht mehr möglich ist, auf der Charte den Weg anzumerken, den man zurückgelegt hat.

Nach einer solchen Verrückung würde man wohl durch astronomische Beobachtungen die Breite des Ortes bestimmen können, wo man sich befindet; allein, dieß würde nur die Parallel-Linie dieses Ortes entdecken, und man würde noch immer, in Ansehung des Punktes dieser Parallel-Linie, der dem Orte, wo das Schiff ist, entspricht, sehr ungewiß seyn.

Alles kömmt demnach darauf an, auch die Länge dieses Ortes zu erkennen, die uns den Meridian zeigt, unter welchem er liegt: und alsdenn giebt der Durchschnittspunkt dieses Meridians, mit der gefundenen Parallel-Linie, den wahren Ort des Schiffes. Ew. Hoheit verstehen hierdurch, wie wichtig es sey, die Steuermänner in Stand zu setzen, auch die Länge des Ortes, wo sie sich befinden, zu entdecken.

Auch sind es nicht die Stürme allein, die uns in diese Nothwendigkeit setzen; sogar, wenn die Reise ganz stille vor sich geht, kann man sich in der Schätzung sowol der Richtung als der Länge des Wegs gar gröblich irren. Wenn man annehmen könte, das Meer wäre stille, dann würde man vielerley Mittel haben, sich ziemlich genau von der Richtung und Länge des Wegs zu vergewissern, obgleich es bey langen Reisen sehr beträchtliche Abweichungen verursachen könnte. Aber es ist nur allzu gewiß, daß das Meer an vielen Stellen schnelle Ströme hat, so daß es einem Flusse gleicht, der nach einer gewissen Richtung fließt. So hat man beobachtet, daß das atlantische Meer unaufhörlich durch die Meerenge von Gibraltar in das mittelländische Meer fließt; und das grosse atlantische Weltmeer zwischen Afrika und Amerika hat einen sehr beträchtlichen Strom von Osten gegen Westen, so daß man um viel

 geschwin-

geschwinder aus Europa nach Amerika, als von da zurücke reist.

Wenn diese Ströme beständig und bekannt wären, so wäre das eine grosse Hülfe, um unsre Schätzung darnach einzurichten; allein, man hat beobachtet, daß sie bald mehr, bald weniger schnell sind, und daß sie öfters ihre Richtung ändern; welches die Schätzung der geschicktesten Steuermänner dergestalt verwirret, daß man, ohne sich der äussersten Gefahr auszusetzen, nicht mehr darauf trauen kann. Man hat nur gar zu viele Beyspiele, daß Schiffe sich noch sehr weit von Gegenden geglaubt haben, die voll von unter dem Wasser verborgenen Klippen wären, darauf sie scheiterten und zu Grunde giengen. Nachgehends hat man wahrgenommen, daß die Ströme diese Unglücksfälle verursacht hatten, weil durch sie die Schätzung der Steuermänner verwirret und in Unordnung gebracht worden.

In der That, wenn das Meer selbst eine Bewegung hat, kraft der es wie ein Fluß nach einer gewissen Richtung fließt, werden die darauf befindliche Schiffe davon hingerissen, ohne daß es möglich wäre, es wahrzunehmen. Wenn man durch einen Fluß dahingerissen wird, so wird man es leicht gewahr, wenn man nach dem Ufer hin, oder auch auf den Grund des Flußes sieht; aber auf dem Meere sieht man kein Land, und seine Tiefe ist ebenfalls zu groß, als daß man auf den Grund sehen könnte. Es ist also nicht möglich, auf dem Meere wahrzunehmen, ob man hingerissen wird, und um dieses Grundes willen betriegt man sich, sowol in der Richtung, als in der Länge des Weges gar sehr. Man mag also auf die Stürme sehen oder nicht, so ist man immer genöthigt, andre Mittel zu suchen, um die Länge der Oerter, wo man hinkömmt, zu bestimmen; und eben über diese verschiedene Mittel, die man bis

auf

auf diesen Tag vorgeschlagen hat, um zu dieser Kenntniß der Länge zu gelangen, werde ich die Ehre haben, Ew. Hoheit zu unterhalten.

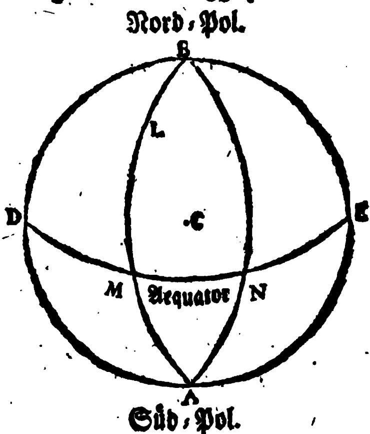
den 12ten September 1761.

Hundert und drey und sechzigster Brief.

Ein ganz sicheres Mittel, die Länge zu finden, würde eine Uhr seyn, es sey Taschen-Uhr, oder Perpendikel-Uhr, die so vollkommen wäre, das ist, die immer so gleich und richtig gienge, daß keine Erschütterung, die sie auf der Reise auszustehen hätte, im Stande wäre, ihre Bewegung zu verändern.

Wir wollen annehmen, man habe es so weit gebracht, eine solche Uhr zu verfertigen, und zeigen, wie man vermittelst derselben im Stande seyn würde, das Problem von den Längen aufzulösen. Zu diesem Ende muß ich zur Betrachtung der Mittags-Linien zurückgehen, die man sich, als durch alle Oerter der Erde gezogen, vorstellt.

Ew. Hoheit wissen, daß die Sonne alle Tage einmahl rund um die Erde herumgeht, und daß sie folglich nach und nach, in Zeit von vier und zwanzig Stunden, über alle Mittags-Linien weggeht.



 Nun

Nun sagt man, die Sonne geht über oder durch einen gewissen Meridian, wenn die von der Sonne zum Mittelpunkt der Erde gezogne gerade Linie genau durch diesen Meridian geht. Also wenn jetzt die von der Sonne zum Mittelpunkte der Erde gezogne Linie durch den Meridian BLMA gienge, so würde man sagen, die Sonne geht durch diesen Meridian, und alsdann würde es an allen unter diesem Meridian gelegenen Oertern Mittag seyn: aber unter jedem andern Meridian würde es in diesem Augenblicke nicht Mittag seyn; es würde also entweder vor oder nach Mittag seyn.

Wenn der Meridian BNA mehr Ostwärts liegt, als der Meridian BMA: so wird die Sonne, indem sie ihren Umlauf von Osten nach Westen macht, durch den Meridian BNA durchgehen, ehe sie zu dem Meridiau BMA kömmt; es wird also unter dem Meridian BNA eher Mittag seyn, als unter dem Meridian BMA; folglich, wenn es unter diesem leztern Meridian Mittag seyn wird, so wird der Mittag unter jedem andern gegen Ost gelegenen Meridian schon vorüber seyn, und es wird allda schon nach Mittag seyn. Im Gegentheil wird es unter jedem Meridian BDA, der mehr Westwärts liegt, annoch vor Mittag seyn, weil die Sonne nicht eher, als nachdem sie schon durch den Meridian BMA gegangen ist, dahin kömmt.

Weiter, da die Bewegung der Sonne gleichmäßig vor sich geht, und sie den ganzen Umlauf um die Erde, das ist, 360 Grade, in vier und zwanzig Stunden vollendet, so wird sie jede Stunde einen Bogen von 15 Graden durchlaufen. Also, wenn es hier in Berlin und an jedem andern unter diesem nämlichen Meridian gelegenen Orte Mittag ist, so wird unter den mehr Ostwärts gelegenen Mittags-Zirkeln der Mittag schon vorbey seyn; und besonders wird es alsdenn, unter dem

um

um 15 Grade gegen Osten von dem berlinischen Meridian entfernten Mittags-Zirkel, schon Ein Uhr seyn; unter dem um 30 Grade entfernten Meridian aber Zwey Uhr und unter dem um 45 Grade entfernten Meridian Drey Uhr nach Mittag u. s. w. Das Gegentheil wird an denjenigen Oertern sich ereignen, die unter westlichern Mittags-Zirkeln liegen, als der von Berlin; und wenn es hier Mittag ist, so wird es unter dem um 15 Grade entfernten Meridian nur 11 Uhr vor Mittag seyn; 10 Uhr vor Mittag unter dem um 30 Grade, 9 Uhr vor Mittag unter dem um 45 Grade Westwärts entfernten Meridian, u. s. w.; weil ein Unterschied von 15 Graden zwischen den Meridianen immer eine Stunde Unterschied in der Zeit ausmacht.

Um dasjenige, was wir so eben gesagt haben, noch besser zu erklären, wollen wir die beyden Städte Berlin und Paris betrachten; und da der Meridian von Berlin um 11 Grade 7 Minuten 15 Sekunden mehr gegen Ost liegt, als der von Paris, so wird, wenn man für 15 Grade eine Stunde rechnet, dieser Unterschied von 11 Graden 7 Minuten 15 Sekunden 44 Minuten und 29 Sekunden Zeit, oder beynahe drey Viertelstunden geben. Also, wenn es in Paris Mittag ist, so wird es in Berlin schon 44 Min. 29 Sek. nach Mittag seyn, und hinwiederum, wenn es hier in Berlin Mittag ist, so wird es in Paris annoch vor Mittag seyn, allwo die Uhr nur 11 Uhr 15 Min. 31 Sek. weisen wird; so daß der Mittag daselbst erst nach 44 Min. 29 Sek. Zeit ankommen wird. Woraus man sieht, daß die Uhren in Berlin in jedem Augenblicke mehr anzeigen müssen als in Paris, und daß dieser Unterschied 44′ 29″ Zeit ausmachen muß.

Der Unterschied zwischen den Meridianen von Berlin und Magdeburg ist von 1 Grad 14 Min. um welche

 Ber-

Berlin östlicher ist als Magdeburg. Dieser Unterschied, in Zeit verwandelt, giebt 6 Minuten 40 Sekunden, die die Uhren von Berlin mehr weisen müssen, als die von Magdeburg. Folglich, wenn es in Magdeburg Mittag ist, oder wenn die Uhren, die ich für richtig annehme, daselbst auf XII weisen, so müssen die Berliner Uhren, in dem nämlichen Augenblick, über XII Uhr 6 Min. 40 Sek. zeigen, so daß es daselbst schon nach Mittag seyn muß.

Ew. Hoheit sehen hieraus, daß je nach dem Verhältniß, wie die Oerter in der Länge verschieden sind, oder unter verschiedenen Mittags-Zirkeln liegen, wohl gerichtete Uhren, in dem nämlichen Augenblicke daselbst auch verschiedene Stunden weisen müssen, und daß dieser Unterschied eine ganze Stunde betragen muß, wenn der Unterschied in der Länge 15 Grade beträgt, weil jede 15 Grade in der Länge, für den Unterschied, den wohl gerichtete Uhren an diesen verschiedenen Oertern, in dem nämlichen Augenblicke, anzeigen müssen, eine Stunde Zeit ausmachen.

Wenn man sich also einer Uhr bedienen wollte, um die Länge der Oerter zu finden, durch die man reist, so müßte man sie gleich im Anfang, es sey an welchem Ort es wolle, richtig stellen: dieses Richtigstellen geschieht nach der Beobachtung des Mittags, welches der Augenblick ist, wo die Sonne durch den Meridian dieses Ortes geht, und alsdann muß die Uhr genau XII Uhr zeigen. Nachgehends muß die Uhr so eingerichtet seyn, daß immer nach vier und zwanzig Stunden, wenn die Sonne wieder in den nämlichen Meridian zurückgeht (*), der Zeiger, nachdem er zwey ganze Umgänge gemacht, genau wieder auf die XII zurückkomme: wenn dieses richtig beob-

(*) Nach der mittlern Bewegung: man sehe die nächstfolgende Anmerkung.

beobachtet wird, so werden solche richtig gestellte Uhren an verschiedenen Oertern nur alsdann richtig eintreffen, wenn sie unter einem gleichen Meridian stehen; wenn sie aber unter verschiedene Meridiane zu stehen kommen, oder wenn ein Unterschied zwischen ihren Längen vorhanden ist, so werden auch die Zeiten, welche die Uhren in dem gleichen Augenblick anzeigen, verschieden seyn; so daß jeder Verschiedenheit von 15 Graden in der Länge eine ganze Stunde Unterschied in den durch die Uhren angezeigten Zeiten entspricht.

Also hinwiederum: wenn man diese Verschiedenheit zwischen den Zeiten kennt, welche richtig gestellte Uhren an verschiedenen Oertern im gleichen Augenblicke anzeigen, so läßt sich leicht auf den Unterschied schließen, der zwischen ihren Längen statt hat, wenn man immer 15 Grade für eine Stunde und einen Viertels-Grad für eine Minute rechnet.

den 15ten September 1761.

Hundert und vier und sechzigster Brief.

Ew. Hoheit werden sich über die Verschiedenheit der Zeiten, welche richtig gestellte Uhren unter verschiedenen Meridianen anzeigen müssen, um so viel weniger verwundern, wenn Dieselben zu überlegen belieben, daß, wenn es bey uns Mittag ist, gegen Osten Länder liegen, denen die Sonne schon untergeht, und daß es gegen Westen welche giebt, wo die Sonne so eben aufgegangen ist; also muß es wohl bey jenen schon Abend seyn, indeß daß es bey diesen annoch Morgen ist, und dieß muß wohl in eben demselben Augenblicke seyn, wo es bey uns Mittag ist. Weiter wissen Ew. Hoheit ebenfalls, daß es bey unsern Gegenfüßlern, die sich unter dem dem unsrigen entgegenstehenden Meridian befinden, Nacht ist, während dem es bey uns Tag ist, so daß,

Stunde 15. Grade giebt, eine Minute Zeit 15′ und 45″ Zeit 11′. 15″, so wird der Unterschied der Meridianen 15°. 26′. 15″ seyn. Ich befinde mich also an einem Orte, der östlicher liegt als Berlin, dessen Länge um 15°. 26′. 15″ grösser ist als die von Berlin; da diese 31°. 7′. 15″ beträgt, so wird die Länge des Ortes, wo ich mich befinde, 46°. 33′. 30″ betragen. Also weiß ich, unter welchem Meridian ich mich befinde, aber ich bin noch ungewiß über den Punkt dieses Meridians. Zu diesem Ende nehme ich meine Zuflucht zu den astronomischen Beobachtungen, und suche die Höhe des Pols, die ich genau 41° finde. Da ich über das weiß, daß ich noch in der nordlichen Hemisphäre der Erde bin, weil ich den Aequator nicht überfahren habe, so erfahre ich, daß ich mich gegenwärtig an einem Ort befinde, dessen nordliche Breite 41° ist, und die Länge 46°. 33′. 30″; ich nehme demnach Landcharten, ziehe auf denselben den Meridian, dessen Länge 46°. 33′. 30″ ist; ich suche den Ort, dessen Breite 41°. ist, und finde, daß dieser Ort die Stadt Constantinopel ist, ohne daß ich nöthig gehabt hätte, mich nach dem Namen dieser Stadt bey jemanden zu erkundigen.

Auf gleiche Weise kann ich, an welchem Ort der Erde ich mit meiner vortreflichen Uhr hinkommen mag, desselben Länge bestimmen, und nachgehends zeigt mir die Beobachtung der Polhöhe auch seine Breite. Alsdann darf ich nur eine Erdkugel oder gute Landcharte nehmen, und es wird mir leicht seyn, den Punkt anzuzeigen, der dem Orte, wo ich mich befinde, entspricht, so unbekannt mir auch sonsten das Land seyn mag.

Unterdessen ist es sehr zu bedauern, daß es den geschicktesten Uhrmachern noch nicht gelungen ist, solche vortrefliche Uhren zu verfertigen, als diese Methode er-

erheischt. Man findet wohl sehr gute Pendul-Uhren, aber sie gehen nicht richtig, außer wenn sie in einem völlig stillen Zimmer fest aufgehängt sind; die geringsten Erschütterungen und sogar die leichtesten Bewegungen sind im Stande, sie in Unordnung zu setzen: diese Pendul-Uhren sind also zu Reisen schlechterdings unnütze. Auch begreift man leicht, daß die Bewegung des Perpendikels, nach welchem sich ihr Gang richtet, die Bewegungen nicht ertragen kann, denen er auf der Reise ausgesetzt seyn würde. Indessen sind es ungefähr zehn Jahre, daß ein Künstler in England sich gerühmt hat, eine solche Uhr verfertigt zu haben, auf welche die Erschütterungen der Reise keinen Eindruck machten, und man hat sogar behauptet, man habe, nach einer langen Reise in einer Kutsche, nicht die mindeste Unordnung an derselben wahrgenommen; worauf dem Erfinder wirklich ein Theil der auf die Entdeckung der Länge gesetzten Belohnung ausbezahlt worden, und das Uebrige sollte ihm bezahlt werden, nachdem man einen Versuch auf einer langen See-Reise damit angestellt haben würde; allein, seit dieser Zeit haben die Zeitungen nicht mehr davon geredet; woraus zu vermuthen ist, diese Unternehmung habe eben so, wie eine Menge anderer, die man in dieser Absicht versucht hat, fehlgeschlagen.

den 19ten September 1761.

Hundert und fünf und sechzigster Brief.

In Ermangelung einer so vortreflichen Uhr, wovon ich die Ehre gehabt, Ew. Hoheit eine Idee vorzulegen, hat man bis dahin die Monds-Finsternissen für das sicherste Mittel zur Entdeckung der Längen angesehen; nur Schade, daß diese Erscheinungen so selten vorkommen, und daß man sich derselben nicht allemahl, so oft man es nöthig hat, bedienen kann.

Ew.

Ew. Hoheit wissen, daß der Mond verfinstert wird, wenn er durch den Schatten der Erde paßirt: wenn dieses geschiehet, kann man den Augenblick wahrnehmen, wo der Mond anfängt in den Schatten der Erde verhüllt zu werden, und so auch den Augenblick, wo er aus demselben heraustritt; der erstere Augenblick wird der Anfang der Finsterniß genennt, und der andre, das Ende derselben; und wenn man diese beyde Momente beobachtet, so heißt die mittlere Zeit zwischen beyden das Mittel der Finsterniß. Zuweilen verhüllt sich der Mond ganz in den Schatten der Erde, und bleibt eine Zeitlang ganz unsichtbar; eine solche Finsterniß wird eine völlige (totale) genannt, und dann kann man noch zwey Momente bemerken, den, wo der Mond ganz verschwindet, und den, wo er anfängt, wieder aus dem Schatten zu treten; jener wird der Anfang der gänzlichen Verfinsterung genennt, und dieser das Ende der gänzlichen Verfinsterung. Aber wenn nur ein Theil des Mondes verfinstert wird, so heißt eine solche Finsterniß eine nicht-völlige (partiale), und man bemerkt an derselben nur die Momente des Anfanges und des Endes. Zu dem wissen Ew. Hoheit, daß die Mondfinsternissen nur zur Zeit des Vollmondes vorkommen, und das ziemlich selten.

Dieses festgesetzt, wenn man eine Mondfinsterniß an zwey verschiedenen Oertern beobachtet, die unter verschiedenen Meridianen liegen, so wird man wohl den Anfang der Finsterniß in dem gleichen Augenblicke sehen, aber die Uhren dieser Oerter werden nicht die gleiche Stunde oder die gleiche Zeit weisen: ich rede von wohl gerichteten Uhren, deren jede genau XII Uhr weiset, wenn es an dem Orte, wo sie sich befindet, Mittag ist. Wenn die zwey Oerter unter dem nämlichen Meridian liegen, so werden die Uhren wohl die nämliche Zeit anzeigen, sowol zu Anfang als am Ende der Fin-

Finsterniß: aber wenn die zwey Mittags-Zirkel um 15 Grade von einander entfernt sind, oder daß der Unterschied ihrer Längen 15° ist, so müßten die Uhren um eine ganze Stunde von einander abgehen, sowol zu Anfang als am Ende der Finsterniß; die Uhr des mehr gegen Osten gelegenen Ortes wird eine Stunde mehr, oder später weisen als die andere; auf gleiche Weise wird ein Unterschied von 30° in der Länge einen Unterschied von zwey Stunden in der durch die Uhren angezeigten Zeit verursachen; ein Unterschied von 45° in der Länge wird einen Unterschied von drey Stunden in der Zeit verursachen, und so weiter, wie die hier beygefügte Tafel zeigt.

Unterschied in der Länge.	
in Graden.	in Stunden.
15	1.
30	2.
45	3.
60	4.
75	5.
90	6.
105	7.
120	8.
135	9.
150	10.
165	11.
180	12.

Hieraus sieht man, daß wenn der Unterschied in der Länge 150° wäre, so würden die Uhren, sowol zu Anfang als am Ende der Finsterniß, um 10 Stunden von einander abgehen.

Also

Also hinwiederum, wenn man die nämliche Finsterniß an zwey verschiedenen Oertern beobachtet, und man bemerkt genau die Zeit der Uhr im Momente des Anfanges der Finsterniß, so wird man aus dem Unterschiede zwischen diesen bemerkten Zeiten schliessen können, um wie viel diese Oerter in der Länge verschieden sind. Nun wird derjenige, wo die Zeit weiter fortgerückt ist, mehr gegen Osten liegen, und folglich seine Länge grösser seyn; denn man zählt die Längen von West nach Ost.

Auch hat man durch dieses Mittel die Längen der vornehmsten Oerter der Erde bestimmt, und diesen Bestimmungen zufolge die Landcharten entworfen. Allein, man mußte immer die Beobachtungen, die an einem Ort angestellt waren, dessen Länge noch nicht bekannt war, mit denjenigen vergleichen, die an einem bekannten Orte gemacht worden, und um dieses Grundes willen mußte man warten, bis man diese Vergleichung anstellen konnte. Also, wenn ich nach einer langen Reise an einen unbekannten Ort hingekommen wäre, und es zeigte sich die Gelegenheit, eine Mondsfinsterniß zu beobachten, so würde mir dieses noch nichts helfen, um meine Länge itzt zu wissen; ich würde warten müssen, bis ich zurückgekommen wäre, damit ich meine Beobachtung mit einer andern an einem bekannten Orte gemachten vergleichen könnte, und also würde ich allzuspät innen werden, wo ich damals gewesen. Nun aber möchte ich hierüber gleich auf der Stelle Erläuterung haben, damit ich meine Maaßregeln darnach nehmen könnte.

Auch kann man diesem Verlangen Genüge thun, seit dem man die Bewegung des Mondes so genau kennt, daß man im Stande ist, nicht allein alle Finsternisse vorher zu sagen, sondern auch den Augenblick sowol des Anfanges als des Endes, nach der Uhr eines bekannten Ortes, zu bezeichnen. Ew. Hoheit wissen,

daß

daß unsre Berliner Almanache immer für jede Finsterniß den Anfang und das Ende nach der Berliner Uhr anzeigen. Wer also eine große Reise machen will, der kann sich einen Berliner Kalender kaufen, und wenn er Gelegenheit findet, an einem unbekannten Orte eine Mondsinsterniß zu beobachten, und ihre Zeit nach einer Uhr, die er vorher an diesem Orte nach dem Mittag richtig gestellt hat, genau zu bemerken, so darf er nur die Augenblicke des Anfanges und des Endes der Finsterniß mit denen im Almanach vergleichen, um den Unterschied zu erfahren zwischen dem Meridian von Berlin und dem, der durch den Ort geht, wo er sich wirklich befindet.

Indessen findet sich bey dieser Methode, neben der Schwierigkeit, daß die Mondfinsternisse sehr selten vorkommen, noch eine andere ein, nämlich diese, daß man den Augenblick, wenn die Finsterniß anfängt oder sich endigt, nicht genau genug unterscheiden kann, weil es beynahe unmerklich zugeht; und daß man sich um viele Sekunden Zeit irren könnte. Weil aber der Irrthum, in Ansehung des Endes und des Anfangs, ungefähr der nämliche ist, so sucht man das Mittel zwischen den beyden beobachteten Augenblicken, welches das Mittel der Finsterniß seyn wird, und nachgehends vergleicht man dieses Mittel mit demjenigen, das der Almanach für Berlin oder für einen andern bekannten Ort anzeigt.

Uebrigens, im Fall die Almanache für das nächste Jahr noch nicht gedruckt wären, wenn jemand reisen will, oder daß seine Reise viele Jahre nach einander dauern könnte, so findet man andre Bücher, worinne die Finsternissen auf viele Jahre hinaus schon berechnet sind.

den 22sten September 1761.

Hundert und sechs und sechzigster Brief.

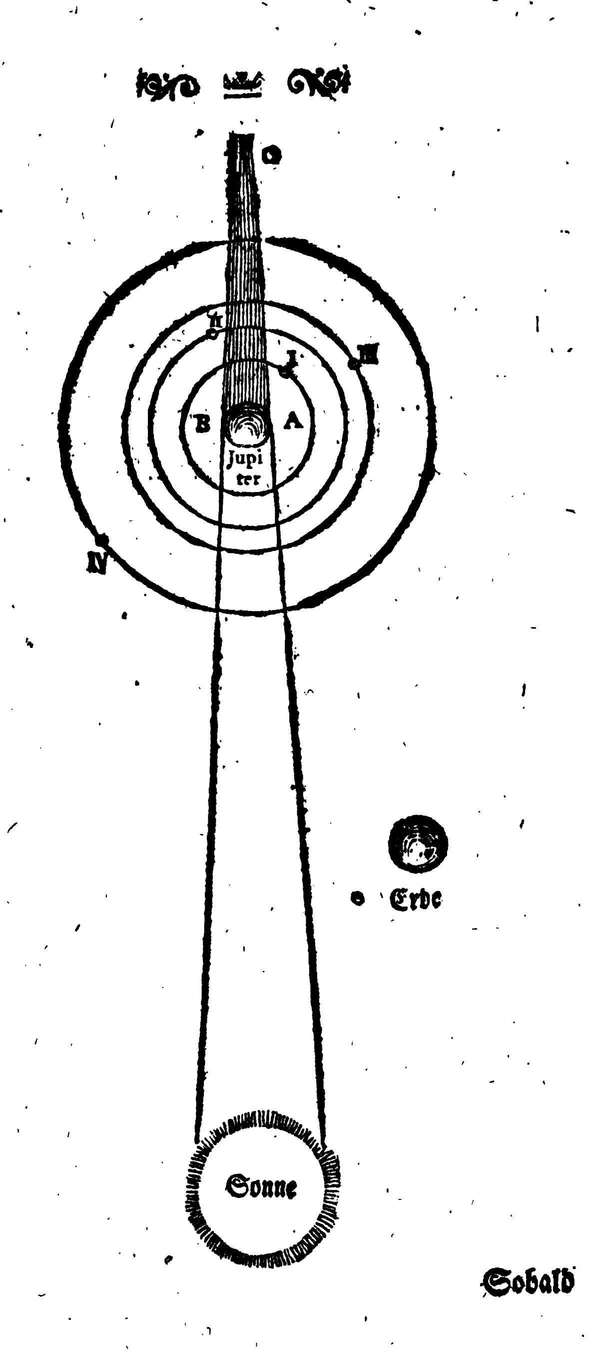
Die Sonnenfinsternisse können ebenfalls zur Bestimmung der Längen dienen, aber auf eine andere Weise, die weit tiefere Erforschungen erheischt. Der Grund ist, weil die Sonne selbst alsdann keine Verfinsterung leidet; nur der Mond stellt sich vor die Sonne hin, und hindert die Stralen zu uns zu kommen: es ist damit ungefähr eben so, wie wenn ich meinen Hut vor die Sonne hielte, um mich vor ihrem Lichte zu bedecken, der hindert andre nicht, ihren völligen Glanz zu sehen. Eben so bedeckt der Mond die Sonne nur einem Theil der Erdbewohner, und wir können hier in Berlin eine Sonnenfinsterniß haben, indeß daß in Paris das Licht der Sonne keine Verringerung leidet.

Aber der Mond wird durch den Schatten der Erde wirklich verfinstert, und sein eigenes Licht wird dadurch verringert oder ausgelöscht, daher kömmt es, daß die Mondfinsternisse auf die nämliche Weise und allenthalben gesehen werden, wo der Mond, zur Zeit der Finsterniß, sich über dem Horizont befindet.

Ew. Hoheit begreifen hieraus, daß, wenn es noch andere Körper am Himmel gäbe, die von Zeit zu Zeit eine wirkliche Verfinsterung erlitten, sie mit dem gleichen Erfolge, wie die Mondfinsternisse, zur Bestimmung der Längen könnten angewandt werden. Dergleichen Körper nun sind die Trabanten des Jupiters, die so oft in den Schatten ihres Planeten treten, daß fast keine Nacht vergeht, wo nicht einer von ihnen verfinstert werde; so daß die Finsternisse der Jupiters-Trabanten uns ein sehr gutes Mittel zur Bestimmung der Längen an die Hand geben; auch bedienen sich die Astronomen desselben mit gutem Erfolge.

Ew.

Ew. Hoheit wissen, daß Jupiter vier Trabanten hat, die sich um ihn, jeder in seinem Kreise, bewegen, wie ich es hier durch die um Jupiter beschriebene Zirkel vorgestellt habe: auch hab ich dabey die Sonne vorgestellt, um den Schatten AOB hinter dem Körper Jupiters anzuzeigen. Woraus man sieht, daß in unserer Figur der erste Trabant, mit I bezeichnet, sogleich in den Schatten treten wird, der zweyte, mit II bezeichnet, so eben herausgetreten, der dritte III annoch weit von dem Schatten, in den er eintreten soll, entfernt, und der vierte IV schon vor langer Zeit herausgetreten ist.



Sobald

Sobald einer von den Trabanten in den Schatten eintritt, wird er unsichtbar, und dieses geht ziemlich geschwinde zu, so daß man, an welchem Ort die Erde sich immer befinden mag, den Trabanten plötzlich verschwinden sieht, den man bis dahin ziemlich deutlich gesehen hatte. Ein solcher Eintritt eines Trabanten in den Schatten Jupiters wird das Eintauchen, die Immersion, und sein Heraustreten aus dem Schatten die Emersion genannt; alsdann sieht man den Trabanten, der eine Zeitlang unsichtbar gewesen, plötzlich wieder erscheinen.

Sowol die Immersionen als die Emersionen sind gleich geschickt zur Bestimmung der Längen, weil sie sich in einem bestimmten Augenblicke zutragen, so daß, wenn man eine solche Erscheinung an vielen verschiedenen Oertern der Erde beobachtet, man in den, nach den Uhren eines jeden Ortes, angezeigten Zeiten eben den Unterschied finden muß, den die Verschiedenheit der Mittags-Zirkel erheischt. Es verhält sich damit eben so, wie wenn man den Anfang oder das Ende irgend einer Mondsinsterniß beobachtete; und die Sache hat alsdann weiter keine Schwierigkeit; man hat es schon seit einiger Zeit dahin gebracht, daß man diese Finsternisse der Jupiters-Trabanten, das ist, ihre Immersionen und Emersionen vorhersagen kann, und man darf nur die beobachtete Zeit mit der für einen bekannten Ort, wie z. E. für Berlin berechneten Zeit vergleichen, so wird man sogleich auf die Entfernung seines Meridians von dem Meridian von Berlin schliessen können.

Auch bedient man sich dieser Methode allenthalben bey Land-Reisen; allein, so lange man auf einem Schiffe ist, allwo das Bedürfniß am größten ist, diese Methode zu nützen, um den Ort, wo man ist, richtig zu erfahren, dazu hat man noch keine Mittel gefunden.

Wenn man die Trabanten des Jupiters so gut als den Mond mit bloßen Augen sehen könnte, so würde die Ausübung dieser Methode zur See keine Schwierigkeit haben; allein, da man die Jupiters-Trabanten anders nicht als durch ein Fernglaß, von wenigstens vier oder fünf Schuhen lang, sehen kann, so verursacht dieser Umstand ein unübersteigliches Hinderniß.

Ew. Hoheit wissen, daß, wenn man sich zu Lande einer etwas langen Fernröhre bedient, wie viel Geschicklichkeit dazu gehört, um sie gegen den Gegenstand zu richten, den man betrachten will, und um sie fest zu halten, damit man den Gegenstand nicht verliere; hieraus werden Dieselben leicht schliessen können, daß es zur See, wo das Schiff sich in einer unaufhörlichen Bewegung befindet, beynahe unmöglich seyn müsse, nur den Jupiter zu entdecken; und wenn man ihn auch gefunden hätte, so wird man ihn in dem nämlichen Augenblicke wieder aus dem Gesichte verlieren. Aber um eine Immersion oder Emersion irgend eines Jupiters-Trabanten wohl zu beobachten, wird schlechterdings erfordert, daß man ihn eine Zeitlang geruhig betrachten könne; da dieses zur See nicht möglich ist, so scheint es, als ob man diese Methode die Längen zu bestimmen verloren geben müsse.

Indessen giebt es zwey Mittel, dieser Schwierigkeit zu steuern: das erste, daß man sehr kurze Ferngläser erfinde, z. E. von sechs Zollen oder noch kürzer, die uns deutlich genug die Jupiters-Trabanten entdecken würden; denn es ist ausser Zweifel, daß es um vieles leichter seyn würde, so kleine Ferngläser zu regieren, als andre vier bis fünf Fuß lange. Man arbeitet wirklich mit dem größten Erfolge an dieser Vervollkommnung der Ferngläser, und es hat grossen Anschein, man werde es weit bringen; allein, es ist noch zweifelhaft,

haft, ob dergleichen vervollkommnete Ferngläser nicht eben so viel Geschicklichkeit zum Richten erfodern werden, als die gewöhnliche längere.

Das andere Mittel würde seyn, sich auf dem Schiffe einen so festen und unbeweglichen Sitz auszufinden, der die Bewegungen desselben nicht spüren würde; es scheint, als ob ein geschicktes Schweben zu diesem Ziele führen könnte. Wirklich haben wir unlängst in den Zeitungen gelesen, daß ein Engländer vorgegeben, einen solchen Sitz oder Stuhl erfunden zu haben, und daß er hiermit ebenfalls an die auf die Entdeckung der Länge gesetzte Belohnung Anspruch machte. Er hatte Recht, weil man durch dieses Mittel zur See die Immersionen und Emersionen der Jupiters-Trabanten beobachten könnte, die unstreitig zur Bestimmung der Längen sehr tüchtig sind: allein, seit dieser Zeit hat man nichts weiter davon gehöret. Ew. Hoheit können hieraus leicht schließen, wie vielen Schwierigkeiten die Entdeckung der Längen unterworfen sey.

den 26sten September 1761.

Hundert und sieben und sechzigster Brief.

Der Himmel giebt uns noch ein Hülfsmittel an die Hand, um zur Entdeckung der Längen zu gelangen, ohne daß wir Fernläser nöthig haben, und es scheint, als ob die Astronomen das größte Vertrauen darein setzten. Zu diesem Vorhaben soll der Mond dienen, und das nicht allein, wenn er verfinstert ist, sondern sogar allezeit, wenn er nur sichtbar ist; dieses ist unstreitig der größte Vortheil, da die Finsternisse so gar selten vorkommen, und da die Immersionen und Emersionen der Jupiters-Trabanten sich eben so wenig nach unsern Wünschen einfinden; weil alle Jahre eine ziemlich be-

trächtliche Zeit verfließt, während welcher der Planet Jupiter nicht sichtbar ist, da hingegen der Mond sich fast immer sehen läßt.

Ew. Hoheit werden ohne Zweifel schon bemerkt haben, daß der Mond alle Täge beynahe um drey Viertelstunden später aufgeht. Der Grund hievon ist, weil der Mond, in Absicht auf die Fixsterne, an keinen bestimmten (fixen) Ort gebunden ist, da hingegen die Fixsterne immer die nämliche Lage gegen einander behalten, obgleich es das Ansehen hat, als ob sie so wie der Himmel jeden Tag einen Umlauf um die Erde vollendeten. Ich rede hier nach dem Anschein; denn in der That dreht sich die Erde alle Tage um ihre Achse, und der Himmel und die Fixsterne bleiben in Ruhe, indeß daß die Sonne und die Planeten, in Absicht auf die Fixsterne, unaufhörlich ihre Stelle verändern. Nun ist der Mond unter den Sternen nicht nur den größten Veränderungen unterworfen, sondern er ändert auch von einem Tag zum andern seine Stelle sehr beträchtlich, und das ist es eben, was ihn zur Bestimmung der Längen geschickt macht.

Wenn man heute den Mond bey einem gewissen Fixsterne sieht, so wird er morgen um die nämliche Stunde sehr beträchtlich gegen Osten von demselben entfernt erscheinen, und zuweilen übersteigt dieser Abstand sogar 15 Grade. Die Geschwindigkeit seiner Bewegung ist nicht immer dieselbe; dem ohngeachtet hat man es dahin gebracht, sie sehr genau für alle Tage zu bestimmen, welches uns in Stand setzt, seine wahre Stelle am Himmel für alle Stunden eines jeden Tages voraus zu wissen, indem wir die Stunden mit Uhren vergleichen, die unter einem gewissen bekannten Meridian sind, wie z. E. der von Berlin oder der von Paris ist.

Die-

Dieses festgesetzt wollen wir annehmen, ich befände mich, nach einer langen Reise, in einer völlig unbekannten Gegend auf dem Meere, und wollen sehen, wie ich mich des Mondes bedienen könnte, um die Länge dieses Ortes zu kennen; denn für die Breite hat die Sache gar keine Schwierigkeit, selbst zur See nicht, allwo man ziemlich sichre Mittel kennt, um die Polhöhe zu beobachten, der die Breite immer gleich ist. Ich würde demnach meine ganze Aufmerksamkeit auf den Mond richten, ich würde ihn mit denen Firsternen vergleichen, die ihm am nächsten sind, und hieraus würde ich auf seine wahre Stelle am Himmel, in Absicht auf die Firsterne, schliessen. Ew. Hoheit wissen, daß man Himmels-Kugeln hat, auf welchen alle Firsterne angezeigt sind, und daß man auch, gleich den Land-Charten, Himmels-Charten macht, auf welchen man diejenige Firsterne vorstellt, die sich in einem gewissen Theile des Himmels befinden. Wenn ich also eine solche Himmels-Charte nehme, wo diejenige Firsterne ausgedruckt sind, denen der Mond nahe ist, so wird es mir leicht seyn, den wahren Ort, wo der Mond sich zu der Zeit befindet, darauf anzuzeigen; und meine Taschen-Uhr, die ich an diesem Orte richtig gestellt habe, nachdem ich den Mittag daselbst beobachtet, wird mir die Zeit dieser Beobachtung anzeigen. Nachher berechne ich, mittelst der Kenntniß der Bewegung des Mondes, für Berlin, um wie viel Uhr der Mond an dem nämlichen Orte des Himmels, wo ich ihn gesehen, hat erscheinen müssen. Wenn die beobachtete Zeit mit der Berliner Zeit völlig übereinkömmt, so wird das ein Zeichen seyn, mein Ort liege genau unter dem Meridian von Berlin, und folglich sey die Länge die nämliche. Ist aber die Zeit meiner Beobachtung von der berlinischen Zeit verschieden, so wird mir diese Verschiedenheit den Unterschied zwischen den Meridianen anzeigen; und wenn ich 15 Grade

für jede Stunde Zeit rechne, so werd ich schließen, um wie viel die Länge meines Ortes größer oder kleiner ist, als die von Berlin; wobey immer die Länge desjenigen Ortes, wo die Zeit am meisten fortgerückt ist, auch die grösseste ist.

Dieß ist der kurze Begriff dieser Methode, die Längen durch die einfachen Beobachtungen des Mondes zu bestimmen. Um nun in dieser Operation besser fortzukommen, merke ich an, daß die glücklichsten Augenblicke zur richtigen Bestimmung der Stelle des Mondes sind, wenn ein Fixstern sich hinter dem Monde verbirgt; man nennt dieses eine Verbergung (Occultation), und es sind hier zwey Augenblicke zu beobachten: derjenige, wo der Mond durch seine Bewegung den Stern bedeckt, und der andre, wo der Stern wieder erscheint. Die Astronomen sind sehr aufmerksam, diese Augenblicke der Occultationen wohl zu ergreifen, um hieraus auf die wahre Stelle des Mondes zu schließen.

Uebrigens versehe ich mich auf einen Einwurf, den Ew. Hoheit, in Ansehung der Taschenuhr oder der Uhr, mit der ich unsern Beobachter zur See versorgt annehme, mir machen werden; nachdem ich die Unmöglichkeit vollkommener Uhren behauptet, die, ungeachtet der Erschütterungen des Schiffes, immer gleich gehen. Allein, diese Unmöglichkeit betrift nur solche Uhren, die während einer sehr langen Zeit richtig bleiben, ohne daß man nöthig habe, sie zu stellen: nun kann eine gemeine Taschenuhr für die Beobachtungen, um die es hier zu thun ist, zureichend seyn, wofern sie nur während einiger Stunden gleichmäßig geht, nachdem man sie nach dem Mittag des Ortes, wo man sich befindet, richtig gestellt hat; zweifelt man, ob man noch am Abend oder in der Nacht, wenn man den Mond beobachten will, darauf zählen könne, so werden uns die Sterne ebenfalls gar sichre Mittel an die Hand geben,

um

um sie von neuem zu stellen. Denn da uns die Lage der Sonne, in Beziehung auf die Fixsterne, für jede Zeit völlig bekannt ist, so ist eine einzige Beobachtung irgend eines Sterns hinlänglich, um die Stelle zu bestimmen, wo die Sonne sich um die Zeit befinden muß, woraus wir die Stunde schließen können, die die Uhr, wenn sie richtig gestellt ist, anzeigen müßte. Also, in dem nämlichen Augenblicke, wo wir die Beobachtung des Mondes werden gemacht haben, sind wir im Stande auch unsre Taschenuhr durch die Sterne zu stellen, und während einer so kleinen Zwischenzeit läßt sich von einer jeden Uhr annehmen, sie gehe richtig.

den 29sten September 1761.

Hundert und acht und sechzigster Brief.

Unter die verschiednen Methoden, die Längen zu finden, scheint die letztere auf die Beobachtungen des Mondes gegründete den Vorzug zu verdienen, weil die andern entweder allzuvielen Schwierigkeiten unterworfen sind, oder weil die Gelegenheit, sich ihrer zu bedienen, sich allzuselten anbietet. Nun werden Ew. Hoheit leicht begreifen, daß der glückliche Erfolg dieser Methode einzig von dem Grade der Genauheit abhängt, den man in diesen Operationen erreicht, und daß die Fehler, die man darin begeht, zu Schlüssen führen müssen, auf die man nicht zählen kann. Es wird also sehr wichtig seyn, Ew. Hoheit zu erklären, welchen Grad von Genauheit man zu erreichen hoffen kann, wenn man diese Methode gebraucht; und da dieselbe auf die beträchtliche Veränderung gegründet ist, die der Mond von einem Tage zum andern in seiner Stelle erfährt, so können wir daraus schließen, daß, wenn die Bewegung des Mondes noch schneller wäre, so würde sie noch tüchtiger seyn, uns die Längen zu entdecken, und würde uns

einen

einen höhern Grad von Genauheit verschaffen. Aber wenn im Gegentheil diese Bewegung um vieles langsamer wäre, so daß wir die Veränderung von einem Tage zum andern kaum unterscheiden könnten, so sieht man leicht, daß wir auch keine Hülfe zur Kenntniß der Längen daraus würden ziehen können.

Wir wollen demnach annehmen, der Mond ändre seine Stelle unter den Fixsternen innerhalb 24 Stunden um einen Raum von 12 Graden; weil wirklich seine Aenderung mehrentheils noch beträchtlicher ist. Er wird also innerhalb zwey Stunden um einen Grad ändern, und in einer Stunde um einen halben Grad oder um 30 Minuten; folglich, wenn wir uns in der Beobachtung einer Stelle des Mondes um 30 Minuten irrten, so würde es eben so viel seyn als ob wir den Mond um eine Stunde früher oder später beobachtet hätten, und wir würden in dem Schlusse auf die Verschiedenheit der Mittags-Zirkel einen Irrthum von einer Stunde begehen. Nun entspricht eine Stunde Verschiedenheit in den Mittags-Zirkeln 15 Graden in der Länge der Mittags-Zirkel, und folglich würden wir uns selbst in der Länge des Ortes, den wir suchen, um 15 Grad irren; welches unstreitig ein so übermäßiger Irrthum seyn würde, daß es beynahe eben so gut wäre, gar nichts zu wissen; und die bloße Schätzung der Reise, das ist, des Weges und der Richtung, so ungewiß sie seyn mag, würde uns nie in einen so groben Irrthum führen. Auch müßte man sehr ungeschickt seyn, wenn man sich in der Stelle des Mondes um 30 Minuten irren sollte, und die Instrumente, derer man sich bedient, müßten äußerst grob seyn, welches sich nicht vermuthen läßt.

Unterdessen so vortreflich die Instrumente seyn mögen, und so groß die Sorgfalt seyn mag, die man dabey an-

anwendet, so ist es dennoch unmöglich, allen Irrthum zu vermeiden, und man muß recht sehr geschickt seyn, wenn man sich in der Bestimmung der Stelle des Mondes nicht um eine Minute irren soll. Da nun die Stelle des Mondes in einer Stunde oder in 60 Minuten Zeit um 30 Minuten verändert wird, so wird sie in zwey Minuten Zeit um eine Minute ändern; folglich wenn man sich in der Stelle des Mondes auch nur um eine Minute irrt, so wird daraus in der Verschiedenheit der Mittags-Zirkel ein Irrthum von zwey Minuten Zeit entstehen. Nun, da eine Stunde oder 60 Minuten 15 Graden in der Länge entsprechen; so wird hieraus eiu Irrthum von einem halben Grad in der Länge entstehen, und dieser Grad von Genauheit würde wohl hinlänglich seyn, wenn wir ihn nur erreichen könnten.

Bis hieher habe ich unsre Kenntniß der Bewegung des Mondes für so vollkommen angenommen, daß wir für einen bekannten Meridian den wahren Stand des Mondes für jeden Augenblick, ohne einigen Irrthum, bestimmen können; allein, von diesem Punkte der Vollkommenheit sind wir annoch sehr weit entfernt. Es sind noch keine zwanzig Jahre, daß man sich in diesem Calcul um sechs Minuten und drüber geirrt hat, und nur erst seit dieser Zeit hat es der geschickte Professor Mayer in Göttingen, auf der von mir vorgeschlagenen Bahn fortlaufend, dahin gebracht, diesen Irrthum mehrentheils bis unter einer Minute zu verringern. Es könnte sich also wohl zutragen, daß wir uns auf Seiten des Calculs auch um eine Minute irrten, welche mit dem in der Beobachtung des Standes des Mondes begangenen Irrthum zusammengerechnet, den Irrthum verdoppeln muß, der daher auf die Länge des Ortes, wo wir uns befinden, zurückfallen muß, und folglich könnte dieser Irrthum wohl bis auf einen ganzen Grad steigen.

Dien-

Dienlich ist es noch anzumerken, daß, wenn der Mond in 24 Stunden einen grössern Raum durchlaufen würde, als den von 12 Graden, der Irrthum in der Länge noch minder beträchtlich seyn wird.

Vielleicht findet man dereinst Mittel, die Irrthümer noch mehr zu verringern, denen wir sowol beym Beobachten als beym Berechnen unterworfen sind, und alsdann würde uns diese Methode die Länge bis auf minder als einen Grad entdecken. Aber auch ohne diese Vollkommenheit läßt sich hoffen, zu einem höhern Grad von Genauheit zu gelangen. Man darf nur mehrere dergleichen Beobachtungen anstellen, und das ist möglich, wenn man mehrere Tage an einem Orte bleibt: alsdenn darf man wenigstens nicht befürchten, daß alle Schlüsse so sehr mangelhaft seyn werden, wenn gleich einige die gesuchte Länge allzugroß, andere allzuklein angeben, denn wenn man unter allen Schlüssen das Mittel annimmt, so wird man sicher seyn können, daß diese also gefundene Länge um viel minder als um einen Grad von der Wahrheit abgehen wird.

Nun haben die Engländer, die durch ihre Freygebigkeit zu dieser Entdeckung haben aufmuntern wollen, einen dreyfachen Preiß darauf gesetzt, den einen von 10000, den andern von 15000 und den dritten von 20000 Pfund Sterling. Der erste ist demjenigen bestimmt, der die Längen bis auf einen Grad finden kann, so daß man versichert seyn könne, daß der Irrthum nicht über einen Grad hinaussteige. Der zweyte Preis ist demjenigen zugedacht, der dieser Frage noch genauer Genüge leistet, so daß der Irrthum, den man zu befürchten hätte, niemals zwey Drittel von einem Grad oder 40 Minuten übersteige. Endlich der dritte wird demjenigen gegeben werden, der im Stande seyn wird, die Längen so genau zu bestimmen, daß der Irrthum

kaum niemals einen halben Grad oder 30 Minuten übersteige: einen höhern Grad der Genauheit fordert man nicht. Alle diese Preise sind noch ganz und unausgetheilt, den Antheil ausgenommen, der jenem Uhrmacher ausgeliefert worden, der vollkommene kleine Uhren verfertiget haben wollte. Herr Mayer macht gegenwärtig Anspruch auf den höchsten Preis, und meiner Meynung nach mit Recht.

den 3ten October 1761.

Hundert und neun und sechzigster Brief.

Ew. Hoheit werden nunmehr über das, was die Entdeckung der Längen betrift, hinlänglich unterrichtet seyn; ich habe die Ehre gehabt, Denenselben verschiedene Wege vor Augen zu legen, die zu ihrer Bestimmung führen können.

Der erste und der natürlichste ist, den Weg und die Richtung der Reise sorgfältig zu beobachten; allein, sowol die Stürme, denen man zur See öfters ausgesetzt ist, als die Ströme, machen die Methode unbrauchbar.

Der zweyte erheischt die Verfertigung einer so vollkommenen Uhr, die, ungeachtet der Erschütterungen, die sie auf der Reise auszustehen hat, immer gleichförmig gehe; allein, es ist den Künstlern noch nicht gelungen, ein solches Werk zu Stande zu bringen.

Der dritte gründet sich auf die Beobachtung der Mondsfinsternisse, und einen bessern kann man nicht verlangen; der einzige Fehler ist, daß diese Gelegenheit sich allzuselten anbietet, und daß man sich ihrer nicht bedienen kann, wenn man ihrer am meisten vonnöthen hat.

Der

Der vierte betrift die Finsternisse der Jupiters-Trabanten, die unstreitig zu dieser Absicht sehr tüchtig seyn würden, wenn man nur Mittel ausfinden könnte, sich zur See der Ferngläser zu bedienen, ohne welche diese Trabanten nicht können gesehen werden.

Endlich den fünften haben uns die Beobachtungen des Mondes selbst an die Hand gegeben; er scheint der brauchbarste zu seyn, wenn man nur im Stande wäre, den Stand des Mondes am Himmel so genau zu beobachten, daß die Irrthümer, die dabey unvermeidlich sind, nie eine Minute übersteigen, damit man versichert sey, daß man sich in Bestimmung der Länge um mehr nicht als einen Grad irre.

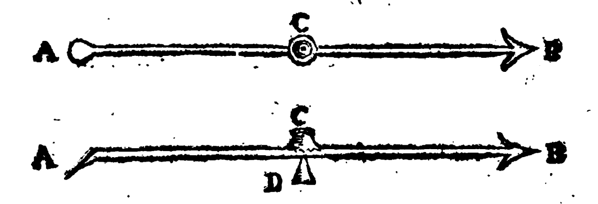
Und eben auf diese fünf Methoden haben diejenigen, die bis dahin über diese Frage gearbeitet haben, ihre Betrachtungen vornehmlich gerichtet; allein, es giebt noch eine sechste, die ebenfalls tüchtig scheint, uns zur Auflösung dieses Problems zu leiten, wenn sie nur besser cultivirt wird; und vielleicht giebt sie uns sogar dereinst noch das allersicherste Mittel zur Ausfindung der Längen an die Hand; ob wir gleich gegenwärtig noch sehr weit zurücke sind.

Diese Methode ist nicht vom Himmel, sondern sitzt in der Erde, denn sie gründet sich auf die Natur des Magnets und des Kompasses. Die Erklärung der Methode eröfnet mir also eine neue Bahn, Ew. Hoheit über den wichtigen Artikel der Physik zu unterhalten, der die magnetische Kraft betrift; und ich hoffe, Dieselbe werden die Erläuterungen, die ich hierüber vorzutragen die Ehre habe, mit Dero Aufmerksamkeit gerne beehren.

Dermalen werde ich meine Betrachtungen auf den Gegenstand einschränken, von dem hier die Rede ist, nämlich

nämlich auf die Entdeckung der Längen; und zu dem Ende ist es hinlänglich, wenn ich überhaupt anmerke, daß der Magnet ein Stein ist, der die Eigenschaft besitzt, das Eisen anzuziehen und sich nach einer gewissen Richtung zu stellen, und daß er die nämliche Eigenschaft dem Eisen und dem Stahle mittheilt, wenn man sie mit dem Magnetsteine reibt oder auch nur berührt; denn ich bin gesonnen, diese Eigenschaft in der Folge gründlicher zu untersuchen und ihre Natur zu erklären.

Ich werde demnach bey der Beschreibung der Magnetnadel anfangen, die, auf eine gewisse Art zum Gebrauche der Schiffahrt bereitet, ein See-Kompaß genennet wird.



Zu diesem Ende läßt man sich aus gutem Stahl eine Nadel, ohngefähr von beygefügter Figur, verfertigen, deren eines Ende B spitzig ist, damit man es von dem andern A leichter unterscheide; in der Mitte ist sie mit einem Häubgen versehen, das von unten hohl ist, damit man die Nadel auf einen spitzigen Stift D legen könne, wie man in der zweyten Figur sehen kann.

Wir wollen annehmen, die beyden Theile seyen dergestalt zugepaßt, daß sie sich völlig das Gleichgewicht halten, und daß die Nadel sich auf dem Stifte frey drehen könne, so daß sie, in welche Lage man sie bringt, ruhig oder im Gleichgewichte darinn verbleiben könne. Ehe man diese Nadel mit dem Magnetsteine streicht, ist

dienlich, sie zu härten und sie so hart zu machen als möglich ist. Nachgehends streiche oder berühre man sie mit einem sehr guten Magnetstein, und sogleich wird sie magnetisch seyn. Die beyden Ende werden sich das Gleichgewicht nicht mehr halten, sondern das eine B wird sich niedersenken, gleich als ob es schwerer geworden wäre; so daß man, um sie wieder ins Gleichgewicht zu setzen, entweder etwas von dem Ende B wegnehmen, oder dem Ende A ein Gewichtgen zulegen müßte; nun da die Künstler diese durch die magnetische Kraft verursachte Veränderung voraussehen, so machen sie gleich Anfangs das Ende B leichter als das andre A, damit die Nadel, nachdem sie mit dem Magnetsteine gestrichen worden, von selbst die horizontale Lage annehme.

Diese Nadel erlangt alsdann noch eine weit merkwürdigere Eigenschaft; sie ist nicht mehr, wie vorher, für alle Lagen gleichgültig, sondern sie liebt eine vorzüglich für allen andern, und legt sich von selbst so, daß das Ende B beynahe gegen Norden, und das andre Ende A gegen Süden gerichtet ist; oder auch die Richtung der Magnetnadel kömmt ohngefähr mit der Mittags-Linie überein.

Ew. Hoheit erinnern sich, daß man, um die Mittags-Linie zu ziehen, die uns Norden und Süden anzeigt, astronomische Beobachtungen zu Hülfe nehmen müsse, weil der Lauf der Sonne und der Sterne diese Richtung bestimmt; so daß, wenn man mit den nöthigen Instrumenten nicht versehen, und vornehmlich wenn der Himmel bedeckt ist, man nicht im Stande ist, zur Ziehung der Mittags-Linie einige Hülfe vom Himmel zu bekommen; daher diese Eigenschaft der Magnet-Nadel um so viel bewundernswürdiger ist, da sie uns zu allen Zeiten und an allen Orten die Richtung gegen

Nor-

Norden zeigt, von welcher die andern gegen Osten, Süden und Westen abhangen; aus diesem Grunde ist der Gebrauch der Magnetnadel oder des Kompasses allgemein geworden, weil es in vielen Fällen schlechterdings nothwendig ist, daß man diese vornehmsten Gegenden der Welt kenne.

Vornehmlich aber in der Schiffahrt verschafft der Kompaß die größten Vortheile, weil der Lauf des Schiffes, wenn man an den vorgesetzten Ort kommen soll, immer gegen eine vornehme Welt-Gegend, den Land- oder See-Charten zufolge, gerichtet seyn muß, welche uns die Richtung des Laufes, den wir nehmen müssen, anzeigen. Auch ist man vor der Entdeckung des Kompasses nicht im Stande gewesen, grosse See-Reisen zu unternehmen; kaum durfte man sich von den Küsten entfernen, und sobald man sie aus dem Gesichte verlohr, war man in Gefahr, sich auf dem Meere zu verirren, zumal wenn der Himmel nicht helle war, und die Sterne die Gegenden der Welt nicht zeigten.

Ein Schiff in offener See, ohne Kenntniß der Gegenden der Welt, befindet sich genau in dem Zustand eines Menschen, der mit verbundenen Augen gegen die Domkirche in Magdeburg gehen sollte; ein solcher Mensch, wenn er glaubt, er gehe gegen eine gewisse Gegend, würde gegen eine ganz andere gehen. Es ist demnach der Kompaß der vornehmste Wegweiser bey der Schiffahrt; und nur erst nach dieser wichtigen Entdeckung hat man es gewagt, das grosse Weltmeer zu überfahren, und die neue Welt entdeckt: und wirklich, was würde ein Steuermann während oder nach einem Sturme, wenn er vom Himmel her keinen Beystand haben kann, ohne Kompaß wohl thun? er nehme, welchen Lauf er wolle, so würde er nicht wissen, ob er gegen Norden, oder gegen Süden, oder gegen eine andere

Gegend der Welt seegele; er würde sich in kurzer Zeit so sehr verirren, daß er sich nicht mehr würde retten können. Aber der Kompaß zeigt ihm die Gegenden der Welt, sezt ihn damit aus einer grossen Verlegenheit und lässet ihn nicht irre gehen. Woraus Ew. Hoheit leicht beurtheilen können, wie wichtig die Entdeckung der Magnet-Nadel oder des Kompasses sey.

den 6ten October 1761.

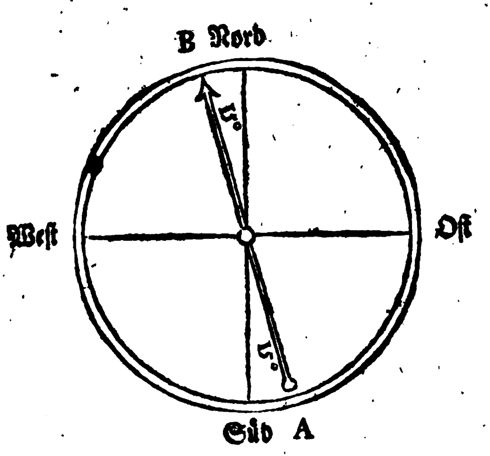
Hundert und siebenzigster Brief.

Obgleich eine Magnetnadel eine gewisse von Süden gegen Norden gerichtete Lage vorzüglich sucht, so giebt es doch zufällige Ursachen, die im Stande sind, diese Richtung in Unordnung zu setzen, der man folglich auszuweichen sehr sorgfältig trachten muß. Irgend ein nahe liegender Magnet, oder Eisen und Stahl, verwirrt diese Richtung. Ew. Hoheit dürfen einer Magnetnadel nur ein Messer entgegenhalten, so wird sie ihre natürliche Richtung sogleich verlassen, und sich gegen das Messer wenden, und wenn man das Messer rund um die Nadel her gehen läßt, so kann man machen, daß sie alle mögliche Stellungen annimmt. Aus diesem Grunde, wenn man gewiß seyn will, daß die Nadel in ihrer natürlichen Richtnng liegt, so muß man alles Eisen oder Stahl sowol als die Magnetsteine davon entfernen; und es ist um so viel leichter, dieser Bedingung Genüge zu leisten, da diese Materien die Lage der Nadel nicht verwirren, ausser wenn sie ihr sehr nahe sind; so bald sie nur um etwas weniges davon entfernt sind, so wird ihre Würkung unmerklich, wofern es nur nicht ein gar starker Magnetstein ist, der wohl im Stande wäre in einer Entfernung von vielen Schuhen auf die Nadel zu würken.

Aber

Aber eine solche Würkung ist vom bloßen Eisen nicht zu befürchten, und das ist der Grund, warum man sich sogar in den Eisen-Bergwerken des Kompasses bedienen kann. Denn Ew. Hoheit begreifen leicht, daß man sich in den Bergwerken unter der Erde, in dem gleichen Falle befindet, wie auf dem Meere, wenn der Himmel bedeckt ist, und daß man in denselben gleichfalls genöthigt ist, sich nach den Gegenden der Welt zu richten, wenn man die Gruben nach einer gewissen Richtung fortsetzen will. Man nimmt auch Grundrisse auf, die die Richtung von allen Kreisen nnd Gängen vorstellen, die man unter der Erde ausgegraben hat, und bey dieser Arbeit richtet man sich einzig nach dem Kompasse; dieß ist der Gegenstand derjenigen Wissenschaft, die man die unterirdische Meßkunst oder die Markscheidekunst nennet.

Aber wieder auf unsern Kompaß oder auf die Magnetnadel zu kommen, so habe ich gleich zu Anfang angemerkt, daß sie sich nicht völlig, sondern nur beynahe gegen Norden richte. Wirklich ist es uneigentlich geredt, wenn man gemeiniglich sagt, der Magnetstein habe die Eigenschaft, sich gegen Norden zu richten. Nach vielen Magnetnadeln, die ich selbst verfertiget, habe ich immer gefunden, daß hier in Berlin ihre Richtung ohngefähr um 15 Grad von der wahren Mittags-Linie abweicht; und doch ist eine Abweichung von 15 Graden schon sehr beträchtlich.



Die beygefügte Figur stellet erstlich die wahre Mittags-Linie von Norden nach Süden gezogen vor, und hernach die mit ihr senkrechte Linie, die zur Rechten Osten und zur Linken Westen zeigt. Nun ist die Magnetnadel AB nicht nach der Mittags-Linie gerichtet, sondern sie weicht um den Winkel B O Nord, welcher 15° ausmacht, von derselben ab; diesen Winkel nennt man die Abweichung, und zuweilen auch die Variation des Kompasses oder der Magnetnadel; und weil das Ende, das dem Norden B am nächsten ist, und das man immer das nordliche Ende, den Nord-Pol, nennt, gegen Westen oder Niedergang davon abweicht, so sagt man, die Abweichung sey um 15° westlich.

Hat man nun einmal die Abweichung der Magnetnadel bestimmt, so kann man sich ihrer so gut bedienen, als wenn sie genau nach Norden zeigte. Gemeiniglich umfängt man die Nadel mit einem Reif, und alsdann darf man nur Norden in der gehörigen Entfernung von dem nordlichen Ende der Nadel B anzeigen, so daß sie um 15° Westwärts von demselben abweicht, so

wird uns die Linie Nord=Süd die wahre Mittags=Linie mit den vier Haupt=Gegenden der Welt, Nord, Ost, Süd, West anzeigen.

Um das Geheimniß besser zu verheelen, verbirgt man die Magnetnadel in eine Scheibe von Pappe, wie die Figur es zeigt, ausser daß die Nadel nicht mehr zu sehen ist, so daß der Pappen mit ihr nur einen Körper ausmacht, den man im Mittelpunkte auf einen Stift legt, damit die Scheibe sich mit der Nadel frey herum drehen kann; und alsdann wird die Scheibe immer diese Lage nehmen, daß der mit Nord bezeichnete Punkt gerade gegen Norden gerichtet sey, indeß daß das nördliche Ende der Nadel, die man nicht sieht, wirklich um einen Winkel von 15° Westwärts davon abweicht. Diese Einrichtung dient nur dazu, die Abweichung zu verheelen, die der Pöbel für einen Fehler ansieht, obgleich sie vielmehr ein würdiger Gegenstand unserer Bewunderung ist, wie wir bald sehen werden, und der Pappen, der das Gewicht der Nadel nur vermehrt, hindert, daß sie nicht mehr so frey sich herumdrehen kann, als wenn sie leichter wäre.

Diesem Zufalle vorzubeugen und sich des Kompasses besser zu bedienen, legt man die Nadel in eine runde Büchse, deren Umkreis in 360° eingetheilt, und überdieß mit den Namen der Haupt=Gegenden der Welt bezeichnet ist. In dem Mittelpunkte befindet sich das Zäpfgen, das die Nadel trägt; und da dieselbe eine gewisse Richtung vorzüglich suchet, so dreht man die Büchse, bis das nordliche Ende der Nadel B auf den richtigen Punkt des Umkreises weiset, das ist, der funfzehnte Grad, von Norden an gegen Westen gezählt; und alsdenn werden die auf dem Umkreise gezeichnete Namen mit den wahren Gegenden der Welt übereinkommen.

In Paris hat sie beynahe die gleiche Ordnung beobachtet, nur daß im Jahr 1666, also 9 Jahr später als in London gar keine war; woraus Ew. Hoheit die wunderbarste Abwechselung in der Verschiedenheit der Abweichungen ersehen können, sowol in Absicht auf die verschiedene Oerter der Erde in der gleichen Zeit, als in Absicht auf den nämlichen Ort für verschiedene Zeiten.

Heut zu Tage ist die Abweichung nicht nur in ganz Europa, sondern auch in ganz Afrika und in dem größten Theile von Asien, westlich, aber an einigen Oertern grösser, an andern kleiner als bey uns. Es giebt Gegenden in Europa, wo sie grösser ist als bey uns, in Schottland nämlich und in Norwegen, allwo die Abweichung wohl über 20° seyn mag; in Spanien hingegen, in Italien und in Griechenland ist sie geringer und ohngefähr 12°; auf den westlichen Küsten von Afrika ist sie ohngefähr 10°, und auf den östlichen 12°. Aber weiter hin in Asien gegen Osten nimmt sie nach und nach ab, und verschwindet sogar mitten in Siberien in Jeniseisk; sie verschwindet ebenfalls in China zu Pekin, desgleichen in Japan; aber jenseits diesen Gegenden, weiter gegen Osten, wird die Abweichung östlich, und nimmt nach dieser Wendung durch den nordlichen Theil des stillen Meers bis zu den westlichen Küsten von Amerika immer zu; von da an nimmt sie wiederum ab, bis sie in Canada, in Florida, in den antillischen Inseln und jenseits gegen den Küsten von Brasilien abermals verschwindet. Jenseits diesen Gegenden, weiter gegen Osten, das ist, gegen Europa und Afrika, wird sie wieder westlich, so wie ich bereits angemerket habe.

Um nun eine vollkommene Kenntniß des gegenwärtigen Zustandes der magnetischen Abweichung zu haben, müßte man im Stande seyn, für alle Oerter, sowol zu Lande als zur See, zu bemerken, wie groß gegenwärtig die

die magnetische Abweichung ist, und ob sie gegen Westen oder gegen Osten hin zielt. Eine solche Kenntniß würde ohnstreitig sehr schätzbar seyn; allein, sie ist ganz und gar nicht zu hoffen; hierzu müßten dermalen allenthalben geschickte Männer seyn, die, jeder an seinem Orte, die magnetische Abweichung beobachteten, und uns ihre Beobachtungen mit Genauheit mittheilten; unterdessen würden wir doch noch wenigstens einige Jahre warten müssen, ehe wir die entferntern Beobachtungen erhalten könnten; folglich würden wir zu dieser Kenntniß erst nach einigen Jahren gelangen. Ob nun gleich in zwey oder drey Jahren die Abweichung der Magnetnadel nicht beträchtlich abändert, so würde diese Abänderung, so klein sie auch seyn mag, doch immer Ursache seyn, daß die Kenntniß aller dieser in den verschiedenen Gegenden der Erde gemachten Beobachtungen, uns über den gegenwärtigen Zustand der verschiedenen Abweichungen der Magnetnadel kein vollkommnes Licht geben würde.

Eine ähnliche Bewandniß hat es mit den vergangenen Zeiten, und jedes Jahr hat ein gewisses Verhältniß mit der magnetischen Abweichung, das ihm eigen ist und es von allen andern sowol vergangenen als künftigen Zeiten unterscheidet. Unterdessen wäre sehr zu wünschen, daß wir ein solches recht umständliches Verzeichniß nur für ein einziges Jahr hätten; wir würden nicht ermangeln, sehr wichtige aufklärende Wahrheiten daraus zu ziehen.

Der verstorbene Halley, ein sehr berühmter engländischer Astronom, hat sich Mühe gegeben, uns ein solches Verzeichniß von der magnetischen Abweichung für das Jahr 1700 zu geben, welches auf eine grosse Anzahl an verschiedenen Oertern, sowol zu Lande als auf dem Meer, gemachter Beobachtungen gegründet ist; allein,

über

über dem, daß beträchtliche Gegenden, wo dergleichen Beobachtungen nicht sind angestellet worden, in demselben übergangen sind, war der gröste Theil derjenigen, die er gebraucht hat, viele Jahre vor diesem Zeitpunkt von 1700 schon gemacht, so daß bis dahin die Abweichung ziemlich beträchtliche Veränderungen kann erlitten haben. Woraus folgt, daß dieses Verzeichniß, das man auf einer General-Charte des Erdbodens vorgestellt findet, nicht anders als für sehr mangelhaft angesehen werden kann; doch was würde es uns auch nützen, itzt den Zustand der magnetischen Abweichung vom Jahr 1700 zu wissen, der seit dem so sehr beträchtlich sich verändert hat?

Andre engländische Erdbeschreiber haben nachher wohl eine ähnliche Charte geliefert, worauf alle Abweichungen, so wie sie im Jahr 1744 gewesen, vorgestellt seyn sollten. Allein zu dem, daß ihre Charte die nämlichen Mängel hat, wie Halley's seine; und daß die Beobachtungen ihnen noch für viele Gegenden fehlten, haben sie kein Bedenken getragen, diese leere Stellen aus Halley's Charte auszufüllen, die sicher im Jahr 1744 nicht mehr brauchbar war. Woraus Ew. Hoheit schließen können, daß unsre Kenntniß über diesen wichtigen Theil der Physik annoch äusserst unvollkommen ist.

den 13ten October 1761.

Hundert und zwey und siebenzigster Brief.

Es wird dienlich seyn, auch zu erklären, wie Halley es angegriffen, um in der Charte, die er für das Jahr 1700 verfertiget hat, die magnetischen Abweichungen vorzustellen, damit wenn Ew. Hoheit eine solche Charte sehen, Dieselben die Einrichtung davon begreifen.

Zuerst

Zuerst hat er bey jedem Orte die Abweichung der Magnetnadel so angemerkt, wie sie daselbst ist beobachtet worden; unter diesen Oertern allen hat er diejenigen bemerkt, wo gar keine Abweichung gewesen, dabey hat er gesehen, daß alle diese Oerter in eine gewisse Linie fallen, die er die Linie von keiner Abweichung nennt, weil allenthalben unter dieser Linie keine Abweichung damals war. Diese Linie war weder eine Meridians noch eine Parallel-Linie, sondern sie durchlief in sehr schiefen Wendungen das mitternächtliche Amerika, und kam nächst den Küsten von Carolina aus demselben hervor; von da bog sie sich durch das atlantische Meer zwischen Afrika und Amerika. Ausser dieser Linie entdeckte er noch eine andere, wo die Abweichung ebenfalls verschwand; diese gieng durch die Mitte von China herunter, und von da durch die philippinischen Inseln und durch Neuholland. Man kann aus dem Zug dieser beyden Linien leicht schließen, daß sie nahe bey dem einen und dem andern Pole der Erde eine Gemeinschaft haben müssen.

Nachdem Halley diese zwey Linien von keiner Abweichung festgesetzt, hat er bemerkt, daß allenthalben zwischen der ersten und letzten, wie man von Westen nach Osten geht, das will sagen, gegen ganz Europa, Afrika und beynahe ganz Asien, die Abweichung westlich wäre; und auf der andern Seite, jenseits diesen beyden Linien, das ist, in dem ganzen mittägigen Amerika und durch das ganze stille Meer, wäre die Abweichung östlich. Nachgehends, nachdem er diese beyden Linien als die vornehmsten festgesetzt, betrachtete er alle diejenigen Oerter, wo die Abweichung um 5 Grad westlich war; woraus er sah, daß er durch alle diese Oerter abermal füglich eine Linie ziehen könnte, die er die westliche Linie von fünf Graden nennt: er fand noch zwey Linien von dieser Art, deren die eine der ersten

von

von den Linien ohne Abweichung, und die andere der letztern gleichsam zur Seite gieng. Auf gleiche Weise verfuhr er mit den Oertern, wo die Abweichung von 10°, ferner von 15°, von 20°, u. s. f. war, und er sah, daß die Linien dieser grossen Abweichungen gegen die Pole eingeschränkt wären, indeß daß die von den kleinen Abweichungen die ganze Erde umliefen und den Aequator durchschnitten.

In der That wird die Abweichung unter dem Aequator kaum 15°, sowol gegen Westen als gegen Osten, übersteigen; aber nahe bey den Polen kann man an Oerter kommen, wo die Abweichung 50° und 60° übersteigt; es sind ohne Zweifel auch solche Oerter zu finden, wo die Abweichung noch grösser ist und sogar 90° und noch mehr übersteigt, wo folglich das nordliche Ende der Nadel sich gegen Süden dreht.

Endlich nachdem Halley auch dergleichen Linien durch diejenigen Oerter gezogen, wo die Abweichung um 5°, um 10°, um 15° u. s. w. östlich war, hat er auf diese Weise die ganze Charte, die die ganze Oberfläche der Erde vorstellt, mit dergleichen Linien angefüllt, unter deren jeden die Abweichung allenthalben die nämliche ist, wenn nur die Beobachtungen nicht fehlen. Auch ist Halley so gewissenhaft gewesen, daß er diese Linien nicht über die Oerter hinausgezogen hat, von denen ihm die Beobachtungen fehlten: dieß ist der Grund, warum der größte Theil seiner Charte an dergleichen Linien leer ist.

Aber wenn man eine solche richtige und vollständige Charte hätte, so würde man mit einem Blicke sehen, was für eine Abweichung an jedem Orte zu der Zeit geherrschet hätte, für welche die Charte ist verfertiget worden; denn wenn gleich der gegebene Ort sich nicht genau unter einer von den bezeichneten Linien befinden

würde,

würde, so würde man doch die mittlere Abweichung, die ihm zukommen würde, leicht schätzen können, wenn man ihn mit den beyden Linien, zwischen welchen er liegt, vergliche. Also, wenn ich mich zwischen den Linien von 10° und von 15° der westlichen Abweichung befände, so wäre ich sicher, daß die Abweichung daselbst grösser als 10°, und geringer als 15° seyn würde, und je nach dem ich dem einen oder dem andern näher wäre, würde ich leicht den rechten Mittelpunkt finden, der mir die wahre Abweichung anzeigte.

Ew. Hoheit werden hieraus ohne Schwierigkeit erkennen, daß, wenn man eine solche genaue Charte hätte, sie uns zur Entdeckung der Längen wenigstens für die Zeit dienen würde, für welche sie da wäre. Wir wollen, um diese Methode zu erklären, annehmen, wir hätten eine solche für dieses Jahr verfertigte Charte, worauf wir erstlich die beyden Linien gezogen sehen würden, wo keine Abweichung, weiter auch die beyden Linien, wo die Abweichung von 5°, von 10°, von 15°, von 20°, sowol westlich als östlich wäre: wir wollen sogar annehmen, diese Linien wären, um grösserer Genauheit willen, von Grade zu Grad gezogen, und ich befände mich irgendwo, zur See oder in einem unbekannten Lande, so würde ich sogleich eine Mittagslinie ziehen, um zu sehen, wie viel mein Kompaß davon abweicht, und ich würde z. E. finden, daß die Abweichung genau um 10° östlich wäre; alsdenn würde ich meine Charte nehmen, auf derselben die beyden Linien suchen, unter welchen die Abweichung 10° östlich ist, und ich würde sicher seyn, daß ich mich unter der einen oder der andern von diesen beyden Linien befände, das würde mir in meiner Ungewißheit schon viel Licht geben. Endlich würde ich die Polhöhe beobachten, und da dieselbe der Breite des Ortes gleich ist, wo ich mich befinde,

so würde mir weiter nichts zu thun übrig bleiben, als auf den zwey gemeldeten Linien die Punkte zu bemerken, deren Breite derjenigen gleich wäre, die ich so eben beobachtet habe; und alsdann würde meine ganze Ungewißheit auf zwey so sehr weit von einander entfernte Punkte gebracht seyn, daß die Umstände meiner Reise leicht entscheiden könnten, welcher von diesen beyden Punkten derjenige sey, wo ich mich gegenwärtig befinde.

Ew. Hoheit werden zugeben, daß diese Methode beynahe die bequemste von allen denjenigen seyn würde, die ich die Ehre hatte zu erklären; wenn wir nur solche Charten hätten, als ich vorausgesetzt habe. Aber diese mangeln uns; und so wie wir, aus Mangel einer genugsamen Menge von Beobachtungen, noch weit entfernt sind, nur für eine vergangene Zeit eine solche Charte verfertigen zu können, die uns für unsre Zeit nichts helfen würde, so sind wir noch weniger von allen Veränderungen der Abweichung unterrichtet, die an jedem Ort in der jüngern Folge der Zeit sich ereignen. Die bis hieher gemachte Beobachtungen zeigen uns, daß einige Gegenden gar beträchtlichen Veränderungen unterworfen sind, indeß daß andere in derselben Zwischenzeit fast keine erfahren, und eben dieses benimmt uns die Hofnung, jemals diese Methode nützen zu können, so vortreflich sie an sich selbst seyn mag.

den 17ten October 1761.

Hundert und drey und siebenzigster Brief.

Ew. Hoheit werden ohne Zweifel begierig seyn, den Grund zu wissen, warum die Magnetnadeln an jedem Orte der Erde eine gewisse Richtung vorzüglich suchen? warum diese Richtung an verschiedenen Oertern verschieden ist? und warum sie an dem nämlichen Orte

mit

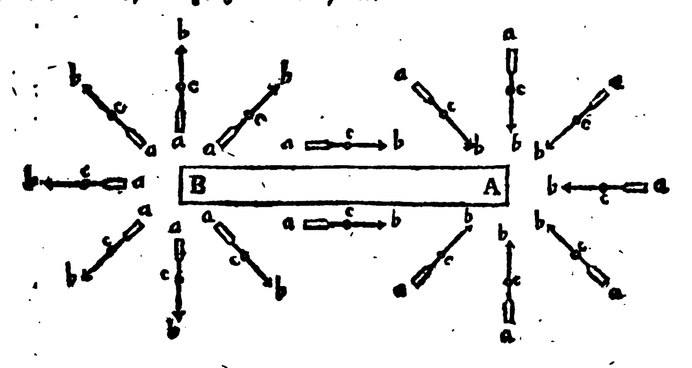
mit der Zeit abändert? Ueber diese wichtige Fragen werde ich die Ehre haben, alles zu sagen, was ich davon weiß, ob es gleich Ew. Hoheit Wißbegierde vielleicht bey weitem nicht befriedigen wird.

Ich bemerke zuvörderst, daß die Magnetnadel diese Eigenschaft mit allen Magnetsteinen gemein habe, und daß diese Eigenschaft dadurch nur merklicher werde, daß sie auf einem Stift im Gleichgewichte liegt und sich frey auf demselben herumdreht. Jeder Magnet, an einem Faden aufgehangen, dreht sich immer nach einer gewissen Gegend, oder, wenn man ihn in ein klein Gefäß legt, damit er auf dem Wasser schwimme, so wird das Gefäß mit dem Magnete immer eine gewisse Richtung vorzüglich suchen. So wie in den Magnet-Nadeln, die zwey Enden haben, das eine sich beynahe gegen Norden, und das andere gegen Süden richtet, so bemerkt man eben dasselbe in jedem Magnete, der auch mit zwey ähnlichen dergleichen Punkten versehen ist, von denen der eine Norden und der andere Süden, ohngefähr mit den nämlichen Abweichungen, wie bey den Nadeln, vorzüglich liebet.

Diese Punkte sind auch in jedem Magnete sehr empfindlich, weil er eben da das Eisen mit der größten Gewalt an sich ziehet. Man nennt sie die Pole des Magnets, indem man diese Benennung von den Namen der Erd- oder Himmels-Polen entlehnt, weil der eine gegen den nordlichen, und der andre gegen den südlichen Pol der Erde sich zu richten strebt; welches aber nur beynahe zu verstehen ist; denn als man diese Namen einführte, war die Abweichung noch nicht bekannt. Der eine von den zwey Polen des Magnets, der sich gegen Norden richtet, wird der nordliche, und der andre, der sich gegen Süden richtet, der südliche Pol des Magnets genannt.

Ich habe schon angemerkt, daß eine Magnetnadel eben so, wie der Magnet selbst, diese ihr natürlich scheinende Lage nur alsdenn annimmt, wenn sie von irgend einem andern Magnet oder vom Eisen entfernt ist. Wenn eine Magnetnadel sich nahe bey einem Magnete befindet, so richtet sie sich in ihrer Lage nach den Polen dieses Magnets, so daß der nordliche Pol des Magnets das südliche Ende der Nadel an sich zieht, und hinwiederum der südliche des Magnets das nordliche Ende der Nadel; daher wenn von zwey Magneten zugleich die Rede ist, nennt man diejenigen Pole Freunde, die verschiedene Namen führen, und Feinde, die gleiches Namens sind; diese Eigenschaft ist sehr merkwürdig, wenn man zwey Magnete nahe bey einander bringt; denn alsdenn wird man nicht nur sehen, daß die Pole verschiedenen Namens, nämlich der nordliche des einen und der südliche des andern sich anziehen, sondern auch, daß die Pole gleiches Namens sich fliehen und zurückstoßen. Noch deutlicher sieht man das, wenn man zwey Magnetnadeln nahe an einander bringt.

Zu unserer Absicht wird sehr wichtig seyn, die Lage, die eine Magnetnadel in der Nähe eines Magnetes annimmt, wohl zu betrachten.



In

In der gegenüberstehenden Figur stellt die Stange AB einen Magnet vor, dessen Nordpol in B und der Südpol in A ist; Ew. Hoheit sehen vielerley Lagen der Magnetnadel, die ich durch die Figur eines Pfeiles vorstelle, wovon das mit b bezeichnete Ende der Nordpol, und a der Südpol ist. In allen diesen Lagen nähert sich das Ende b der Nadel dem Pole A des Magnets, und das Ende a dem Pole B. Der Punkt c bedeutet den Stift, auf welchem die Nadel sich umdreht, und Ew. Hoheit dürfen nur die Figur wohl betrachten, um zu wissen, welche Lage die Nadel nehmen wird, man mag den Stift c feststecken rings um den Magnet, an welchen Ort man will.

Also wenn irgendwo ein sehr grosser Magnet A B wäre, so würden die rund um ihn her liegenden Magnetnadeln an jedem Orte eine gewisse Lage annehmen, wie wir sehen, daß es wirklich rund um die Erde geschiehet: oder auch, wenn die Erde selbst dieser Magnet wäre, so würde man begreifen, warum die Magnetnadeln sich allenthalben nach einer gewissen Lage richten. Auch behaupten die Naturkündiger, um diese Erscheinung zu erklären, die ganze Erde habe die Eigenschaft eines Magnets, oder wir müssen sie als einen sehr grossen Magnet betrachten. Einige unter ihnen geben vor, es befinde sich gegen dem Mittelpunkt der Erde ein sehr grosser Magnet, der seine Kraft über alle Magnetnadeln und sogar über alle auf der Oberfläche der Erde befindliche Magnetsteine ausübe, und eben diese Kraft regiere sie an jedem Orte nach eben den Richtungen, die wir daselbst beobachten.

Allein, wir haben nicht nöthig, unsre Zuflucht zu einem solchen in dem Innern der Erde verborgenen Magnete zu nehmen: ihre Oberfläche selbst ist aller Orten dergestalt mit Gruben von Eisen und Magneten angefüllt, daß ihre vereinte Kraft wohl im Stande ist,

den Abgang dieses vorgegebenen grossen Magnets zu ersetzen. In der That zieht man alle Magnete aus den Erzgruben, welches eine gar sichere Anzeige ist, daß diese Mineralien sehr häufig in dem Innern der Erde anzutreffen seyen, und daß alle ihre vereinte Kräfte die allgemeine Kraft hergeben, die alle magnetischen Erscheinungen hervorbringt. Hierdurch sind wir auch im Stande zu erklären, warum an dem nämlichen Orte die magnetische Abweichung sich mit der Zeit ändert; denn man weiß, daß die Gruben aller Metallen unaufhörlichen Veränderungen unterworfen sind, und besonders die Eisengruben, wozu man auch die Magnete zählen muß: bald erzeugt sich an einem Orte Eisen, bald geht es daselbst ein; so daß es heute Eisengruben giebt, wo ehemals keine waren; und da, wo man ehemals dergleichen Gruben im Ueberflusse gefunden, da findet man heut zu Tage fast nichts mehr. Dieß beweist hinlänglich, daß die ganze Masse aller in der Erde verschlossenen Magneten sehr beträchtlichen Veränderungen unterworfen ist, wornach ohne Zweifel die Pole, nach welchen die magnetische Abweichung sich richtet, sich mit der Zeit auch abändern werden.

Hier also muß man die Ursache suchen, warum die magnetischen Abweichungen, an den nämlichen Oertern der Erde, so beträchtlichen Veränderungen unterworfen sind. Allein, eben diese auf die Unbeständigkeit dessen, was in dem Innern der Erde vorgeht, gegründete Ursache, läßt uns keine Hofnung, jemals dazu zu kommen, daß wir die magnetische Abweichung vorhersagen könnten, woferne man nicht Mittel findet, die Veränderungen der Erde auf irgend ein stetes Gesetz zurückzubringen. Eine lange viele Jahrhunderte hindurch fortgesetzte Reihe von Beobachtungen würde uns vielleicht einige Erläuterungen hierüber verschaffen.

den 20sten October 1761.

Hun-

Hundert und vier und siebenzigster Brief.

Diejenigen, welche behaupten, die Erde verschließe in ihrem Schooß einen grossen Magnetstein, wie eine Kern, sind, um die magnetische Abweichung zu erklären, verbunden zu sagen, dieser Kern ändre nach und nach seine Lage. Alsdenn müßte dieser Kern in allen seinen Theilen von der Erde los seyn, und da ohne Zweifel seine Bewegung nach einem gewissen Gesetz erfolgen würde, so könnten wir hoffen, dereinst das Gesetz zu entdecken, nach welchem die Abweichung von Zeit zu Zeit sich abändert. Allein, es mag nun ein solcher magnetischer Kern in der Erde seyn, oder es mögen alle in ihrem Schooße zerstreute Magnete ihre Kräfte vereinigen, um die magnetischen Erscheinungen hervorzubringen, so kann man immer die Erde selbst als einen Magnetstein betrachten, nach welchem sich alle einzelne Magnete und alle Magnetnadeln richten.

Einige Naturkündiger haben einen Magnet von sehr grosser Stärke in eine Kugel verschlossen, und nachdem sie auf die Oberfläche besagter Kugel eine Magnetnadel gestellt, haben sie an derselben Erscheinungen beobachtet, die denen ähnlich waren, die auf der Erde statt haben, nachdem sie den Magnet in der Kugel in viele verschiedene Lagen gebracht hatten; denn wenn man die Erde als einen Magnet ansieht, so wird sie ihre magnetische Pole haben, die man von ihren natürlichen Polen, um welche sie sich dreht, wohl unterscheiden muß: diese verschiedene Pole haben nichts miteinander gemein, als den bloßen Namen, aber eben von der Lage der magnetischen Pole in Absicht auf die natürlichen kommen die anscheinenden Unregelmäßigkeiten in der magnetischen Abweichung und besonders der auf der Erde gezogenen Linien her, von denen ich die Ehre gehabt Ew. Hoheit Nachricht zu geben.

Um diese Materie besser zu erläutern, merke ich an, daß, wenn die magnetischen Pole genau in die natürlichen fielen, keine Abweichung auf der Erde seyn würde; allenthalben würden die Magnetnadeln von Norden gegen Süden gerichtet und ihre Lage genau dieselbe mit der Lage der Mittagslinie seyn. Dieß würde unstreitig ein sehr grosser Vortheil für die Schiffahrt seyn, weil man alsdann den Lauf des Schiffes und die Richtung der Winde genau kennen würde: anstatt daß man heut zu Tage immer die Abweichung der Magnetnadel suchen muß, bevor man die wahren Gegenden der Welt bestimmen kann. Aber alsdann würde der Kompaß auch nichts zur Bestimmung der Längen behülflich seyn, eine Absicht, wozu die Abweichung wohl dereinst noch führen könnte.

Hieraus kann man schließen, daß, wenn die magnetische Pole der Erde von den natürlichen um viel verschieden wären, und wenn sie einander gerade gegen über stünden, welches geschehen würde, wenn die magnetische Achse der Erde (das ist, die durch beyde magnetische Pole gezogene gerade Linie) durch den Mittelpunkt der Erde gienge, so würden alsdann die Magnetnadeln sich allenthalben gegen diese magnetische Pole richten, und es würde sehr leicht seyn, an allen Oertern die magnetische Richtung zu bestimmen. Man dürfte nur durch jeden Ort einen Zirkel ziehen, der zugleich durch die beyden magnetischen Pole gienge, und der Winkel, den dieser Zirkel mit dem Meridian desselben Ortes machte, würde die magnetische Abweichung geben.

In diesem Falle würden die zwo Linien, unter welchen die Abweichung nichts ist, Meridiane seyn, die durch die magnetischen Pole gezogen sind. Also, weil wir gesehen haben, daß diese zwo Linien, wo keine Abweichung

chung statt findet, wirklich keine Meridiane sind, sondern daß sie eine recht seltsame Wendung haben, so sieht man leicht, daß dieser Fall auf der Erde nicht statt hat. Halley hat diese Schlußfolge wohl eingesehen, und hat sich hierdurch verbunden geglaubt, einen gedoppelten Magnetstein in dem Innern der Erde voraus zu setzen, wovon der eine feststehend und der andere beweglich wäre; diesem zufolge hat er vier Pole auf der Erde festgesetzt, wovon zwey sich nahe beym Nordpol und die zwey andern nahe beym Südpol, in ungleichen Entfernungen befinden. Allein, diese Schlußfolge dünkt mir ein bisgen gewagt: hieraus, daß die Linien ohne Abweichung keine Mittagslinien sind, folgt noch nicht, daß es auf der Erde vier magnetische Pole gebe, sondern vielmehr, daß es ihrer nur zween gebe, und daß diese zween Pole einander nicht gerade gegen über stehen, oder welches auf eines hinausläuft, daß die magnetische Achse nicht durch den Mittelpunkt der Erde gehe.

Es bleiben also noch die Fälle zu betrachten übrig, wo diese zween magnetische Pole einander nicht gerade gegen über stehen, und wo die magnetische Achse nicht durch den Mittelpunkt der Erde durchläuft; denn wirklich wenn man auch die Hypothese vom magnetischen Kerne in der Erde annimmt, wozu ist nöthig, daß der eine von den magnetischen Polen dem andern genau gegen über stehe? es könnte je wohl seyn, daß dieser Kern sich nicht in der Mitte der Erde befände, sondern daß er in einiger Entfernung vom Mittelpunkte wäre. Sobald also die magnetische Pole einander nicht mehr schnurgerade gegen über stehen, so nehmen die Linien, unter welchen die Abweichung nichts ist, wirklich einen Lauf, der demjenigen ähnlich ist, den man durch die Beobachtungen herausgebracht hat. Ja, es ist nicht

 nur

nur möglich den zween magnetischen Polen solche Stellen auf der Erde anzuweisen, da diese Linien mit den Beobachtungen übereinstimmen, sondern man findet auch für einen jeden Grad der Abweichung, sowol der westlichen als der östlichen, Linien, die denen genau ähnlich sind, die uns Anfangs so seltsam vorkamen.

Also, um den Zustand der magnetischen Abweichung zu kennen, kömmt es nur darauf an, daß man die zween magnetische Pole festsetze, und sodann ist es eine geometrische Aufgabe, die Richtung aller dieser Linien zu bestimmen, von denen ich im vorhergehenden Briefe geredt habe, und die durch alle diejenigen Oerter gezogen sind, wo die Abweichung die nämliche ist. Durch eben dieses Mittel würde man auch im Stande seyn, diese Linien zu berichtigen und Gegenden auszufüllen, wovon uns die Beobachtungen fehlen; und wenn man für alle künftige Zeiten die Stellen der zween magnetischen Pole auf der Erde bestimmen könnte, so würde das ohnstreitig die schönste Auflösung des Problems der Längen seyn.

Man hat also keinen gedoppelten Magnet in der Erde, auch nicht vier magnetische Pole vonnöthen, um die Erscheinungen der magnetischen Abweichung zu erklären, wie der grosse Halley geglaubt, sondern ein einfacher Magnet oder zween magnetische Pole sind vollkommen hinreichend, wofern man nur einem jeden seine rechte Stelle bestimmt. Mir deucht, wir sind durch diese Betrachtung in unsrer Kenntniß über den Magnetismus um sehr viel weiter gekommen.

den 24sten October 1761.

Hun-

Hundert und fünf und siebenzigster Brief.

Ew. Hoheit belieben sich zu erinnern, daß, als wir eine Nadel auf dem Magnetsteine rieben oder strichen, sie dadurch nicht nur die Eigenschaft erhielt, sich gegen einen gewissen Punkt des Horizonts zu richten, sondern auch, daß ihr nordliches Ende niedersank, gleich als ob es schwerer worden wäre, welches uns nöthigte, etwas von demselben abzunehmen, oder dem andern südlichen Ende beyzufügen, um die Nadel wieder ins Gleichgewicht zu setzen. Nun da ich mich dieses Mittels nicht bediene, so habe ich viele Versuche angestellt, um zu erfahren, wie weit die magnetische Kraft das nordliche Ende der Magnetnadel sinken macht, und habe gefunden, daß es niedersinkt, bis es mit dem Horizonte einen Winkel von 72 Graden ausmacht, und daß die Nadel alsdann in dieser Lage in Ruhe bleibe; dienlich ist es anzumerken, daß ich die Versuche hier in Berlin, vor ohngefähr sechs Jahren, angestellt; denn ich werde im Verfolge zeigen, daß diese Lage unter den Horizont eben so veränderlich ist, als die magnetische Abweichung.

Hieraus sehen wir, daß die magnetische Kraft eine gedoppelte Wirkung auf die Nadeln ausübt; die eine ist diejenige, von der ich schon sehr umständlich geredet habe, durch welche sie die Nadel gegen eine gewisse Gegend des Horizonts richtet, deren Entfernung von der Mittagslinie eben das ist, was man die magnetische Abweichung nennt. Die andre Würkung aber drückt der Nadel eine Neigung gegen den Horizont ein, indem sie das eine oder das andre Ende, bis auf einen gewissen Winkel, unter den Horizont niederbeugt.

Es sey *d e* die nach der magnetischen Abweichung gezogene Horizontal-Linie, so wird die Nadel hier in Berlin die Lage *b a* nehmen, die mit dem Horizonte *d e* den Winkel d c b oder e c a, der 72° ist, und folglich mit der Scheitel-Linie f g einen Winkel b c g oder a c f von 18° macht. Diese zweyte Wirkung der magnetischen Kraft, durch welche die Magnetnadel eine gewisse Neigung mit dem Horizonte vorzüglich liebt, ist eben so merkwürdig als die erstere; und so wie die erstere die magnetische Abweichung genennet wird, so ist die andere unter dem Namen der magnetischen Neigung bekannt, die eben sowol als die Abweichung verdiente, allenthalben mit der möglichsten Sorgfalt beobachtet zu werden, weil man bey derselben eine eben so grosse Verschiedenheit antrift.

Als die Neigung in Berlin 72° gefunden worden, hat man sie in Basel nur 70° beobachtet, so daß das nordliche Ende der Nadel niedergesenkt und folglich das an-

andre um diesen Winkel erhöht war. Dieß geschieht in unsern Gegenden, die dem magnetischen Nordpole der Erde nahe sind; und je näher wir diesem Pole kommen, je grösser wird die Neigung der Nadel, oder je mehr sucht sie eine senkrechte Stellung, so daß wenn wir zu diesem Pole selbst kommen könnten, die Nadel daselbst wirklich die senkrechte Lage nehmen würde, daß ihr nordliches Ende unten und das südliche oben zu stehen käme. Hingegen je weiter man sich von dem magnetischen Nordpol entfernt und dem mittäglichen Pol nähert, je kleiner wird die Neigung, sie wird endlich gar verschwinden und die Nadel eine horizontale Lage annehmen, wenn man von den beyden Polen gleich weit entfernt seyn wird. Wenn man nun hernach dem südlichen Pole der Erde näher kömmt, so wird alsdann das südliche Ende der Nadel je länger je tiefer unter den Horizont sinken, indeß daß das nordliche emporsteigt, bis in diesem Pole selbst die Nadel von neuem senkrecht wird, so daß sie ihr südliches Ende nach unten und das nordliche nach oben dreht.

Es wäre wohl zu wünschen, daß man allenthalben eben so sorgfältige Erfahrungen anstellen möchte, um die magnetische Neigung zu bestimmen, als man es für die Abweichung gemacht hat; allein bis dahin hat man diesen wichtigen Punkt der Experimental-Physik allzusehr vernachläßigt, der doch gewiß nicht weniger bedenklich, nicht minder interessant ist, als der von der Abweichung. Aber man darf sich hierüber nicht verwundern, diese Gattung von Erfahrung ist allzuvielen Schwierigkeiten unterworfen, und beynahe alle Manieren, die man bis dahin erdacht hat, um die magnetische Neigung zu beobachten, haben nicht den erwünschten Erfolg gehabt. Nur einem Künstler in Basel, Namens Diterich, ist es hierinn gelungen, indem er eine zu die-

ser

ser Absicht tüchtige Maschine, nach den Einsichten des berühmten Daniel Bernoulli, verfertiget hat. Es sind mir zwey dergleichen Maschinen von ihm zugeschicket worden, mittelst welcher ich diese Neigung hier in Berlin von 72 Graden beobachtet habe; und so neugierig die Engländer und Franzosen sonst auf dergleichen Entdeckungen sind, so hielten sie doch nicht viel von der Maschine des Herrn Diterich, ob sie gleich zu dieser Absicht die einzige ist. Es ist dieses ein grosses Beyspiel, das uns zeigt, wie sehr Vorurtheile im Stande sind, den Fortgang der Wissenschaften zu hemmen. Aus diesem Grunde kann man behaupten, daß Basel und Berlin annoch die einzigen Oerter auf der Erde sind, wo man die magnetische Neigung kennet.

Die für Kompasse verfertigten Nadeln sind durchaus nicht geschickt, uns das Maas der magnetischen Neigung anzugeben, ob sie gleich die Würkung derselben überhaupt anzeigen, weil das nordliche Ende in unsern Gegenden gleichsam um etwas schwerer zu werden scheint; um von dergleichen Nadeln Gebrauch zu machen, die dazu bestimmt sind, uns die Abweichung zu entdecken, sind wir vielmehr genöthigt, ihre Wirkung der Neigung gar wegzuschaffen, indem wir das nordliche Ende leichter und das südliche schwerer machen müssen. Um die Nadel in die horizontale Lage zurückzubringen, bedient man sich gemeiniglich des Mittels, daß man ein wenig Wachs an das südliche Ende der Nadel klebt. Aber Ew. Hoheit begreifen leicht, daß dieses Mittel nur hier statt hat, wo die neigende Kraft von einer gewissen Grösse ist, und daß, wenn wir mit einer solchen Nadel gegen den magnetischen Nordpol der Erde reisen, die neigende Kraft auch grösser wird, so daß man, um ihre Würkung zu verhindern, noch mehr Wachs an das südliche

liche Ende ankleben muß. Wenn wir aber gegen Süden reisen und dem andern Pole der Erde näher kommen, wo die auf das nordliche Ende der Nadel wirkende Neigungskraft kleiner wird, so muß man alsdenn das am andern Ende angeklebte Wachs vermindern, hernach gänzlich wegnehmen, weil es unnütz ist, wenn man in Gegenden kömmt, wo die magnetische Neigung verschwindet. Wenn man nun dieses Ziel überschritten hat und dem südlichen Pole näher kömmt, so wird das südliche Ende niedergedrückt, so daß man, um dieser Wirkung zuvorzukommen, an das nordliche Ende der Nadel Wachs ankleben muß. Und dieses ist wirklich das Mittel, dessen man sich bey grossen Reisen bedient, um den Kompaß in einer horizontalen Lage zu erhalten.

Um nun die magnetische Neigung zu beobachten, sollte man eigene dazu verfertigte Instrumenten haben, und zwar dergleichen, wie die sind, die der Künstler in Basel erfunden hat; ein solches Instrument nennt man ein Inclinatorium, allein, es hat keinen Anschein, daß man sich desselben so bald bedienen werde *). Noch weniger können wir hoffen, daß man in kurzem über die magnetische Neigung dergleichen Charten verfertigen werde, wie die sind, worauf man uns die Abweichung vorgestellt hat: man könnte hiebey wohl die nämliche Methode befolgen, und durch alle die Oerter, wo die magnetische Neigung die nämliche wäre, Linien ziehen, so daß man auf denselben Linien hätte von keiner Nei-

*) Seit dem haben die Herren Mallet und Pictet von Genf, welche berufen worden, den letztern Durchgang der Venus durch die Sonne in Lappland zu beobachten, ein solches Inclinatorium gebraucht, und im Maymonat des Jahrs 1769 die magnetische Neigung zuerst in St. Petersburg 73°, 40'; und nachgehends in Lappland zu Kola 77°, 45'; in Oumba 75°, 10' und in Ponoi 76°, 30' gefunden.

Neigung, hernach andere Linien, wo die Neigung 5°, 10°, 15°, 20° u.s.w. wäre, sowol gegen Norden, als gegen Süden.

den 27sten October 1761.

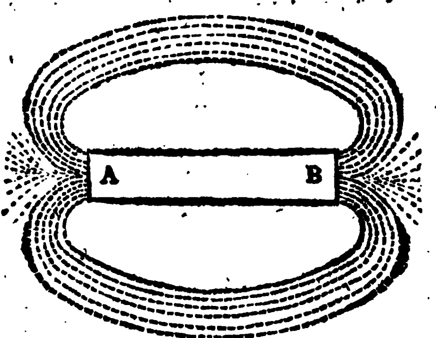
Hundert und sechs und siebenzigster Brief.

Um sich einen richtigen Begriff von der Wirkung der magnetischen Kraft der Erde zu machen, hat man sowol auf die Abweichung als auf die Neigung der Magnetnadeln an jedem Orte der Erde zu sehen; wir wissen, daß in Berlin die Abweichung 15° westlich, und die Neigung des nordlichen Endes 72° ist. Wenn man diese doppelte Wirkung, die Abweichung und die Neigung, betrachtet, so bekömmt man die wahre magnetische Richtung; also, wenn man die wahre magnetische Richtung für Berlin wissen will, so ziehe man erstlich auf einer horizontalen Fläche eine Linie, die mit der Mittagslinie einen Winkel von 15° westwärts mache, und von da steige man gegen die senkrechte Linie herab und ziehe eine neue Linie, die mit jener einen Winkel von 72° mache; so wird diese uns die magnetische Richtung für Berlin anzeigen, woraus Ew. Hoheit einsehen, wie man für jeden andern Ort die magnetische Richtung bestimmen müßte, wenn man einmal die Neigung und die Abweichung wüßte.

Nun giebt uns jeder Magnet völlig ähnliche Erscheinnngen; man darf ihn nur auf einen Tisch legen, worauf Feilstaub gestreut ist, so wird man sehen, daß der Feilstaub sich rund um den Magnetstein B A legen wird, ohngefähr so, wie es die nebenstehende Figur vorsteller, wo jedes Theilgen des Feilstaubes als eine kleine Magnetnadel kann betrachtet werden, die uns in jedem Punkte rund um den Magnet die magnetische Richtung zeigt. Dieser Versuch führt uns auf die Untersuchung

der

der Ursache von allen diesen magnetischen Erscheinungen.



Die Ordnung, die wir in der Lage des Feilstaubs beobachten, läßt uns nicht zweifeln, es sey eine feine und unsichtbare Materie, die die Theilgen des Feilstaubs durchstreicht, und sie in die Richtung leitet, die wir sehen. Ueberdieß ist eben so klar, daß diese feine Materie den Magnetstein selbst durchstreicht, indem sie durch den einen Pol hinein und durch den andern herausgeht, so daß sie durch ihre unaufhörliche Bewegung um den Magnet einen Wirbel formirt, der die feine Materie von einem Pole zum andern fortführt, und es ist kein Zweifel, diese Bewegung ist äußerst schnell.

Also besteht die Natur des Magnets in einem unaufhörlichen Wirbel, und eben dieß unterscheidet ihn von allen andern Körpern; sogar die Erde selbst, als Magnet, wird mit einem solchen Wirbel umgeben seyn, der allenthalben auf die Magnetnadeln wirkt, und sich bestrebt, sie nach ihrer eigenen Richtung zu ordnen, welche Richtung eben dieselbe ist, die ich zuvor die magnetische Richtung genennet habe; diese subtile Materie geht also unaufhörlich aus dem einen magnetischen Pole der Erde heraus, und dringt, nachdem sie rund um dieselbe bis zum andern Pole gegangen, wieder

in

in sie hinein und durchstreicht sie in ihrer ganzen Dicke, bis sie wieder aufs neue aus dem erstern Pol herausströmt.

Nun läßt sich aber noch nicht entscheiden, durch welchen von den beyden magnetischen Polen der Erde sie hinein oder herausgeht. Die Erscheinungen, die davon abhängen, sind einander so vollkommen ähnlich, daß man sie nicht unterscheiden kann. Ohne Zweifel ist es doch wohl jener allgemeine Wirbel der Erde, der allen einzelnen Magnetsteinen und dem magnetisch gemachten Eisen oder Stahl die subtile Materie giebt, und die einzelne Wirbel unterhält, die sich um die Magnete herum bewegen.

Um die Natur dieser subtilen Materie und ihrer Bewegung zu ergründen, muß man zuvörderst anmerken, daß sie nur auf die Magnetsteine, auf Eisen und Stahl wirkt; alle andre Körper sind ihr schlechterdings gleichgültig; sie muß sich also in Absicht auf die Magnetsteine und das Eisen in einem ganz andern Verhältniß befinden, als in Absicht auf alle andre Körper. Viele Versuche nöthigen uns zu behaupten, diese subtile Materie durchstreiche alle andre Körper frey und sogar von allen Seiten: denn, wenn ein Magnet auf eine Nadel wirkt, so ist die Wirkung vollkommen die nämliche, man mag etliche Körper dazwischen legen, oder man mag nichts dazwischen legen, wofern es nur kein Eisen ist, und eben auf diese Weise wirkt ein Magnet auf den Feilstaub. Also muß diese subtile Materie wohl alle Körper, das Eisen ausgenommen, eben so frey als die Luft, und sogar als der reine Aether durchstreichen, weil diese Erfahrungen in dem durch die Luft-Pumpe leergemachten Raum eben so gut von statten gehen. Diese subtile Materie ist folglich auch vom Aether verschieden, ja sogar weit subtiler. In

Ab-

Absicht auf den allgemeinen Wirbel der Erde; kann man ferner sagen, sie umgebe die ganze Erde und durchströme ihre ganze Maße, eben so frey als die andern Körper alle, das Eisen und die Magnetsteine ausgenommen; und aus diesem Grunde könnte man das Eisen und den Stahl, zum Unterschied von allen andern Körpern, magnetische Körper nennen.

Allein, wenn die magnetische Materie alle nicht magnetische Körper ungehindert durchströmt; in was für einer besondern Verwandschaft kann sie mit den magnetischen stehen? Denn wir haben so eben gesehen, daß der magnetische Wirbel in jedem Magnete durch den einen Pol hinein und durch den andern herausgeht, woraus man schließen könnte, er durchströme auch die Magnetsteine ungehindert; welches ihn von andern Körpern nicht unterscheiden würde. Allein, wenn die magnetische Materie die Magnetsteine nur von einem Pole zum andern durchströmt, so ist dieses ein Umstand, der von dem, was in andern Körpern statt hat, sehr verschieden ist. Das unterscheidende Kennzeichen ist also dieses: die nicht magnetischen Körper werden von der magnetischen Materie ungehindert und von allen Seiten durchströmt; die Magnetsteine aber werden nur von einer einzigen Seite durchströmt, so daß der eine Pol dem Eintritt und der andere dem Ausgang derselben Materie bestimmt ist. Was Eisen und Stahl betrift, so werden diese Körper, wenn sie magnetisch gemacht worden, auch nur von einer einzigen Seite, nach der Natur der magnetischen Pole, von der magnetischen Materie durchstrichen; aber wenn diese Körper noch nicht magnetisch gemacht sind, alsdenn kann man sagen, sie gestatten der magnetischen Materie von keiner Seite den freyen Durchzug.

Dieß wird uns fremde scheinen, da das Eisen dergestalt offene Poren hat, daß sie sogar den Aether, der doch nicht so subtil ist, als die magnetische Materie, an sich ziehen und durchlassen. Allein, man muß einen Durchgang, wo die magnetische Materie den Körper mit aller ihrer Schnelligkeit durchstreichen kann, ohne irgend ein Hinderniß anzutreffen, von einem gemeinen Durchgange wohl unterscheiden.

den 31sten October 1761.

Hundert und sieben und siebenzigster Brief.

Ich bin weit entfernt, die Erscheinungen des Magnetismus vollkommen erklären zu wollen; ich finde Schwierigkeiten dabey, dergleichen ich bey der Elektricität nicht angetroffen habe. Die Ursache hiervon ist unstreitig diese, daß die Elektricität in einem allzugrossen oder allzukleinen Grad von Zusammendrückung eines subtilen Flüßigen besteht, welches die Poren der Körper einnimmt, ohne daß dieses subtile Flüßige, welches der Aether ist, sich in einer wirklichen Bewegung befände; der Magnetismus aber läßt sich nicht erklären, außer man nehme einen schnell bewegten Wirbel an, der die magnetischen Körper durchdringt.

Die Materie, woraus solche Wirbel bestehen, ist auch viel subtiler als der Aether, und durchstreicht ungehindert die Poren der Magnetsteine, die für den Aether selbst undurchdringlich sind. Nun ist diese magnetische Materie eben so in dem Aether zerstreut und mit ihm vermengt, als der Aether mit der gröbern Luft vermengt ist; oder wie der Aether die Poren der gröbern Luft einnimmt und erfüllt, eben so, kann man sagen, ist die magnetische Materie in den Poren des Aethers verschlossen.

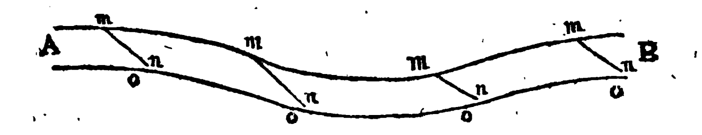
Jetzt stelle ich mir vor, der Magnetstein und das Eisen haben so kleine Poren, daß der ganze Aether nicht hineindringen, und daß nur allein die magnetische Materie sie durchdringen kann; die, indem sie hinein dringt, sich von dem Aether trennt, so daß gleichsam eine Filtrirung dabey vorgeht. Also nur in den Poren des Magnetsteins trift man die magnetische Materie ganz rein an; sonst allenthalben ist sie vermischet und unter den Aether zerstreut, eben so wie der Aether selbst unter die Maße der Luft zerstreut ist.

Ew. Hoheit werden sich leicht viele ähnliche flüßige Dinge vorstellen, deren eines immer subtiler ist als das andre, und die doch vollkommen mit einander vermengt sind. Die Natur bietet uns ganz treffende Beyspiele hievon an. Wir wissen, daß schon das Wasser in seinen Zwischenräumgen subtilere Theilgen von Luft einschließt, die wir zuweilen in Gestalt kleiner Bläsgen aufsteigen sehen. Es ist also kein Zweifel, daß die Luft in ihren Zwischenräumgen nicht auch noch ein anders ungemein viel subtileres Flüßiges enthalte, welches der Aether ist, und welches sich sogar bey vielen Gelegenheiten davon absondert, wie wir in der Elektricität gesehen haben. Nun sehen wir, daß diese Progreßion noch weiter geht, und daß der Aether eine noch weit subtilere Materie in sich schließt, welches die magnetische Materie ist; vielleicht sitzt in dieser wieder eine andere noch subtilere, wenigstens würde das nicht unmöglich seyn.

Nachdem wir diese magnetische Materie festgesetzt haben, so wollen wir nun sehen, wie sie die magnetischen Erscheinungen hervorbringt. Zu diesem Ende betrachte ich zuvörderst einen Magnetstein, und nehme erstlich an, der Magnet enthalte, neben einer sehr grossen Menge Poren, die, wie bey allen andern Körpern, mit Aether angefüllt sind, annoch viel engere

Zwischenräumgen, wo nur die magnetische Materie allein eindringen kann; ferner, diese engere Zwischenräumgen seyen so eingerichtet, daß sie alle zusammenlaufen, und Röhren oder Kanäle ausmachen, wodurch die magnetische Materie von einem Ende zum andern zieht; zum dritten, diese magnetische Materie könne nur von einer Seite durch diese Röhrgen durchgehen, nicht aber denselben Weg wieder zurückgehen: dieser Umstand, der sehr wesentlich ist, muß noch deutlicher gemacht werden.

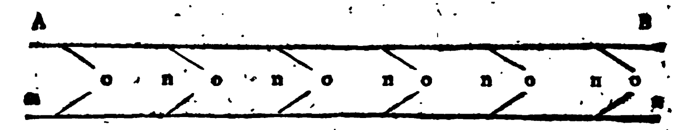
Ich bemerke also gleich voraus, daß die Blutadern und die lymphatischen Gefäße in den Leibern der Thiere Röhren von ähnlicher Bauart sind. In den Blutgefäßen giebt es gewisse Klappen (Valveln), die in beygefügter Figur durch die Strichelgen m n vorgestellt sind; deren Amt ist, daß sie sich, so lange das Blut von A nach B fließt, öfnen und ihm freyen Durchgang gestatten; sie verhindern aber zu gleicher Zeit das Blut, von B nach A zurückzufließen.



Denn wenn das Blut von B nach A fließen wollte, so würde es das freye Ende der Valvel n gegen die Seite o der Blutader andrücken und die Valvel würde den Durchgang gänzlich verschließen. Man bedienet sich ähnlicher Valveln in den Wasserröhren, um zu verhindern, daß das Wasser nicht zurücktreten könne. Aus diesem Grunde glaube ich, nichts, das der Natur zuwider wäre, vorauszusetzen, wenn ich sage, die Kanäle

in

in den Magnetsteinen, die nur der magnetischen Materie den Eintritt gestatten, seyen von ähnlicher Bauart.



Die beygefügte Figur stellt einen solchen magnetischen Kanal vor, wie ich ihn mir einbilde. Ich stelle mir ihn inwendig zottig vor, so daß die Haare von A nach B hin gerichtet seyn, und daß sie der magnetischen Materie keine Hinderniß in Weg stellen, wenn sie von A nach B geht, weil alsdann diese Haare sich von selbst in n öfnen, um die Materie in o durchgehen zu lassen; aber eben diese Haare verschließen den Durchgang sogleich, wenn die magnetische Materie von B nach A zurücktreten wollte. Wir sehen also, worinn die Natur der magnetischen Kanäle besteht: sie gestatten nämlich der magnetischen Materie den Eintritt nur an dem Ende A, um ohne einige Hinderniß nach B zu fließen; aber es würde ohnmöglich seyn, daß sie selbige umgekehrt von B nach A durchströmte.

Diese Bauart setzt uns in den Stand zu erklären, wie die magnetische Materie in diese Röhren eintritt, und wie sie sie mit der größten Schnelligkeit durchströmt, selbst alsdenn, wenn der ganze Aether in vollkommenster Ruhe ist, worüber sich um so viel mehr zu verwundern ist. Denn wodurch kann eine so schnelle Bewegung hervorgebracht werden? Die Sache wird sehr deutlich werden, wenn Ew. Hoheit sich zu erinnern belieben, daß der Aether eine sehr elastische Materie ist; also wird die zerstreute magnetische Materie von allen Seiten von ihr gedrückt. Dieses vorausgesetzt, sey

 der

der magnetische Kanal A B annoch ganz leer und an seinem Eingange A befinde sich ein Kügelgen von der magnetischen Materie m, welches von allen Seiten gepreßt wird, außer von daher nicht, wo es vor dem Kanale liegt, weil eben deswegen der Aether nicht in den Kanal kommen kann; dieses wird mit der größten Gewalt gegen den Kanal getrieben werden, und also auch mit der größten Schnelligkeit hineindringen; bald wird ein anderes Klümpgen von der magnetischen Materie, womit der Aether erfüllet ist, an dem Eingange des Kanals dafür einrücken und mit derselben Gewalt hineingestossen werden; und so immerfort, daß hieraus ein unaufhörlicher Fluß von magnetischer Materie durch einen solchen Kanal entstehen wird; und weil dieser Fluß in der Röhre keine Hinderniß antrift, so wird die magnetische Materie in B mit eben der Schnelligkeit heraustreten, mit der sie in A hineingetreten ist.

Ich stelle mir also vor, jeder Magnetstein enthalte eine grosse Menge solcher Kanäle, die ich magnetische nenne, und hieraus folgt sehr natürlich, daß die in dem Aether zerstreute magnetische Materie mit grossem Ungestüm durch das eine Ende in dieselben eindringen und zu dem andern herausdringen müsse; oder, besser zu geben, daß der Strom von magnetischer Materie durch die Kanäle des Magnets unaufhörlich seyn müsse. Hierdurch hoffe ich die größten Schwierigkeiten, die man in der Theorie des Magnetismus antrift, überstiegen zu haben.

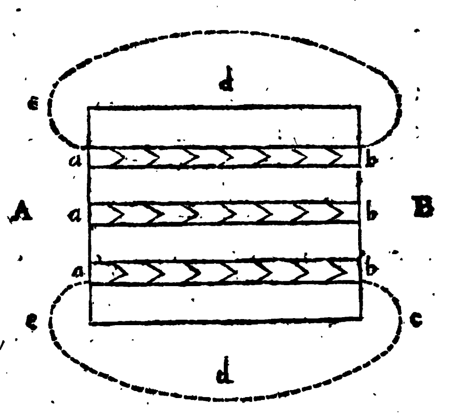
den 3ten November 1761.

Hundert und acht und siebenzigster Brief.

Ew. Hoheit haben so eben gesehen, worinne das unterscheidende Kennzeichen der Magnetsteine besteht, nämlich, daß ein Magnet mit vielen solchen Kanälen ver-

versehen ist, von denen ich so eben eine Beschreibung gegeben.

Die beygefügte Figur stellt einen Magnetstein A B vor mit drey magnetischen Kanälen a b, durch welche die magnetische Materie mit der größten Schnelligkeit fließt, indem sie durch die Oeffnungen a ein, und durch die Enden b herausdringt: sie wird zwar mit gleicher Schnelligkeit herausdringen, da sie aber sogleich mit gröberer Luft vermischten Aether antrift, so wird sie in demselben sehr grosse Hindernisse finden, die der Fortsetzung ihrer Bewegung nach ihrer Richtung im Wege stehen, und dem zufolge wird ihre Bewegung nicht allein geschwächt, sondern ihre Richtung wird zugleich auch um die Gegend c c einen Umschweif nehmen. Das nämliche wird beym Eintritte bey den Oeffnungen a a a geschehen, da wegen der Schnelligkeit, womit die Kügelgen

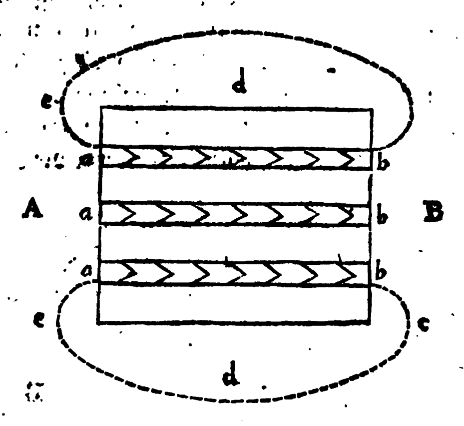


von der magnetischen Materie in diese Oeffnungen eindringen, alsbald die Reihe auch an diejenige kommt, die annoch weiter zurücke bey e e sind, und die sofort durch diejenigen ersetzt werden, die von den Enden b b b ausgegangen sind, und schon bis c c den Umschweif

 ge-

genommen haben, so daß in kurzen dieselbe magnetische Materie, die zu den Enden b b b ausgegangen war, gegen die Oeffnungen a a a zurückkehrt, indem sie den Umlauf b c d e a macht; und diese Bewegung, die rings um den Magnet gemacht wird, ist eben das, was wir den magnetischen Wirbel nennen.

Unterdessen muß man sich nicht einbilden, es sey immer die unverminderte magnetische Materie, die diese Wirbel ausmacht; ein guter Theil davon wird ohne Zweifel sowol gegen B als gegen die Seiten sich verlie-



ren, indem sie den Umlauf macht; aber an deren statt wird durch die Oeffnungen a a a neue magnetische Materie eindringen, so daß die Materie, die den Wirbel ausmacht, zwar immer ergänzt, aber doch nicht immer dieselbe ist; aber der magnetische Wirbel wird bleiben und den Magnetstein umgeben, auch alle die Erscheinungen hervorbringen, die wir oben in dem Feilstaube beobachtet haben, den man rund um den Magnetstein streut.

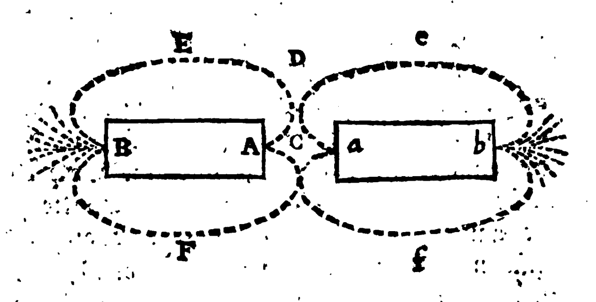
Ew. Hoheit geruhen auf diesen Umstand zu merken, daß die Bewegung der magnetischen Materie in dem

dem Wirbel, ausser dem Magnetsteine, ungemein viel langsamer ist, als in den magnetischen Röhren, wo sie von dem Aether abgesondert ist, nachdem sie durch die ganze elastische Kraft des Aethers in dieselben hineingetrieben worden; und daß sie, so bald sie heraustritt, sich von neuem mit dem Aether vermengt, und in demselben den größten Theil ihrer Bewegung verlieren muß, so daß die Geschwindigkeit, womit sie den Umlauf um den Magnet macht, um wieder durch die Oeffnungen a a hineinzugehen, ungemein viel kleiner ist, als in den magnetischen Kanälen a b, obgleich sie, in unsern Sinnen annoch sehr groß ist. Nunmehr werden Ew. Hoheit leicht begreifen, daß die Oeffnungen der magnetischen Kanäle, durch welche die Materie in den Magnet hinein, und die Ende, durch welche sie herausgeht, eben das sind, was wir die Pole eines Magnets nennen; daher muß ich anmerken, daß die magnetische Pole eines Magnetsteins keineswegs mathematische Punkte sind, weil die ganze Stelle des Ein- oder Ausganges der magnetischen Kanäle ein magnetischer Pol ist, wie in dem zu Anfang abgebildeten Magnete, wo die ganze Vorderseite A und die Seite B desselben beyde Pole sind.

Nun werden zwar diese Pole in den nordlichen und in den südlichen unterschieden, man kann aber nicht sagen, ob die magnetische Materie durch den nordlichen oder durch den südlichen Pol in den Magnet eindringt. Ew. Hoheit werden in der Folge sehen, daß jede Erscheinung, sie mag durch das Eindringen oder Ausdringen entstehen, der andern so vollkommen ähnlich ist, daß es schlechterdings ohnmöglich scheint, diese Frage durch Versuche zu entscheiden. Aus diesem Grunde wird es gleich viel seyn, ob man annimmt, die magnetische Materie gehe durch den Nordpol hinein, und trete durch den Südpol heraus, oder

sie gehe durch den Südpol hinein und komme durch den Nordpol heraus; hieran ist wenig gelegen.

Allein, dem sey, wie ihm wolle, ich will durch den Buchstaben A den Pol bezeichnen, wodurch die magnetische Materie hineingeht, und durch B den andern Pol, wodurch sie herausgeht, ohne mich darum zu bekümmern, welches der nordliche oder der südliche sey. Wir wollen jetzt nur auf die Wirbel selbst merken, um zu beurtheilen, wie zween Magnetsteine auf einander würken.

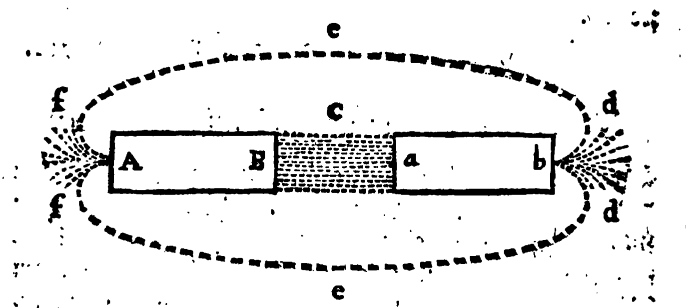


Wir wollen annehmen, zween Magnetsteine A B und a b liegen mit den Polen gleiches Namens A, a, gegen einander, so werden ihre Wirbel einander ganz zuwider seyn. Die magnetische Materie in C wird zum Theil durch A, zum Theil durch a eindringen, und diese zween Wirbel werden einander zu zerstören trachten, die Materie, die von E zurückkömmt, um in A wieder einzudringen, trift in D die Materie des andern Magnets an, die von e zurückkömmt, um wieder in a einzudringen; daher muß zwischen diesen zween Wirbeln ein Stoß entstehen, wodurch der eine den andern zurückstößt, und diese Wirkung fällt auf die Magnetsteine selbst zurücke, die sich in dieser Lage einander zurückstossen. Das nämliche würde geschehen, wenn die

zween

zween Magnetsteine mit den andern Polen B b gegen einander lägen; darum nennt man die Pole gleiches Namens Feinde, weil einer den andern wegstößt.

Aber wenn die Magnetsteine mit den Polen verschiedenen Namens neben einander liegen, so wird eine entgegengesetzte Wirkung daraus entstehen, und Ew. Hoheit werden leicht einsehen, daß sie sich einander anziehen müssen.



In beygefügter Figur, wo die zween Magnetsteine mit den Polen B und a neben einander liegen, wird die magnetische Materie, die aus dem Pole B heraustritt, weil sie sogleich Gelegenheit findet, in den andern Magnet durch seinen Pol a einzudringen, nicht nach den Seiten ausweichen, um wieder in A einzutreten, sondern sie wird gerade durch C in den andern Magnet übergehen, woraus sie in b herausgehen wird, von da wird sie nach den Seiten d d herumlaufen, um nicht zum Pole a, sondern zum Pole A des andern Magnetes zurückzukehren, indem sie durch e und f herumläuft. Also werden die Wirbel dieser zween Magnetsteine sich in einen einzigen vereinigen, als ob nur ein einziger Magnet wäre. Da nun dieser einzige Wirbel von allen Seiten von dem Aether gepreßt ist, so wird es die zween Magnete gegen einander drücken, und es

wird

Dieß wird uns fremde scheinen, da das Eisen dergestalt offene Poren hat, daß sie sogar den Aether, der doch nicht so subtil ist, als die magnetische Materie, an sich ziehen und durchlassen. Allein, man muß einen Durchgang, wo die magnetische Materie den Körper mit aller ihrer Schnelligkeit durchstreichen kann, ohne irgend ein Hinderniß anzutreffen, von einem gemeinen Durchgange wohl unterscheiden.

den 31sten October 1761.

Hundert und sieben und siebenzigster Brief.

Ich bin weit entfernt, die Erscheinungen des Magnetismus vollkommen erklären zu wollen; ich finde Schwierigkeiten dabey, dergleichen ich bey der Elektricität nicht angetroffen habe. Die Ursache hiervon ist unstreitig diese, daß die Elektricität in einem allzugrossen oder allzukleinen Grad von Zusammendrückung eines subtilen Flüßigen besteht, welches die Poren der Körper einnimmt, ohne daß dieses subtile Flüßige, welches der Aether ist, sich in einer wirklichen Bewegung befände; der Magnetismus aber läßt sich nicht erklären, außer man nehme einen schnell bewegten Wirbel an, der die magnetischen Körper durchdringt.

Die Materie, woraus solche Wirbel bestehen, ist auch viel subtiler als der Aether, und durchstreicht ungehindert die Poren der Magnetsteine, die für den Aether selbst undurchdringlich sind. Nun ist diese magnetische Materie eben so in dem Aether zerstreut und mit ihm vermengt, als der Aether mit der gröbern Luft vermengt ist; oder wie der Aether die Poren der gröbern Luft einnimmt und erfüllt, eben so, kann man sagen, ist die magnetische Materie in den Poren des Aethers verschlossen.

Nun

Jezt stelle ich mir vor, der Magnetstein und das Eisen haben so kleine Poren, daß der ganze Aether nicht hineindringen, und daß nur allein die magnetische Materie sie durchdringen kann; die, indem sie hinein dringt, sich von dem Aether trennt, so daß gleichsam eine Filtrirung dabey vorgeht. Also nur in den Poren des Magnetsteins trift man die magnetische Materie ganz rein an; sonst allenthalben ist sie vermischet und unter den Aether zerstreut, eben so wie der Aether selbst unter die Maße der Luft zerstreut ist.

Ew. Hoheit werden sich leicht viele ähnliche flüßige Dinge vorstellen, deren eines immer subtiler ist als das andre, und die doch vollkommen mit einander vermengt sind. Die Natur bietet uns ganz treffende Beyspiele hievon an. Wir wissen, daß schon das Wasser in seinen Zwischenräumgen subtilere Theilgen von Luft einschließt, die wir zuweilen in Gestalt kleiner Bläsgen aufsteigen sehen. Es ist also kein Zweifel, daß die Luft in ihren Zwischenräumgen nicht auch noch ein anders ungemein viel subtileres Flüßiges enthalte, welches der Aether ist, und welches sich sogar bey vielen Gelegenheiten davon absondert, wie wir in der Elektricität gesehen haben. Nun sehen wir, daß diese Progreßion noch weiter geht, und daß der Aether eine noch weit subtilere Materie in sich schließt, welches die magnetische Materie ist; vielleicht sizt in dieser wieder eine andere noch subtilere, wenigstens würde das nicht unmöglich seyn.

Nachdem wir diese magnetische Materie festgesezt haben, so wollen wir nun sehen, wie sie die magnetischen Erscheinungen hervorbringt. Zu diesem Ende betrachte ich zuvörderst einen Magnetstein, und nehme erstlich an, der Magnet enthalte, neben einer sehr grossen Menge Poren, die, wie bey allen andern Körpern, mit Aether angefüllt sind, annoch viel engere

wird das Ansehen haben, als ob die zween Magnete sich anzögen.

Dieß ist also der Grund, warum die Pole verschiedenen Namens Freunde, und die Pole gleichen Namens Feinde genennet werden, und nun kennen Ew. Hoheit die vornehmste Erscheinung der Magnetsteine, nämlich diese: daß die Pole verschiedenen Namens sich anziehen, und die von gleichen Namen sich zurückstossen.

den 7ten November 1761.

Hundert und neun und siebenzigster Brief.

Nachdem wir die Natur des Magnetsteins in den Kanälen festgesetzt haben, welche die magnetische Materie nur nach einer Richtung durchstreichen kann, weil die Valveln, womit diese Kanäle besäet sind, den Rückgang hindern, so werden Ew. Hoheit leicht begreifen, daß diese Kanäle nichts anders sind, als eine Fortsetzung gewisser Zwischenräumgen von dieser Figur m m ∑ n inwendig zottig, wovon die Haare m n nach derselben Richtung gehen, so daß viele ähnliche Theilgen zusammengefügt, und nach der nämlichen Richtung gelegt, einen magnetischen Kanal ausmachen. Also ist es nicht genug, daß die Materie des Magnets viele dergleichen Theilgen enthalte, sondern sie müssen noch überdieß so liegen, daß daraus Kanäle entstehen, die von einem Ende zum andern fortgesetzt sind, damit die magnetische Materie sie durchstreichen kann.

Nun stelle ich mir vor, daß sowol das Eisen als der Stahl dergleichen Theilgen in großer Menge enthalten, die aber nicht so gelegen sind, wie ich so eben beschrieben, sie sind vielmehr durch die ganze Masse zerstreut,

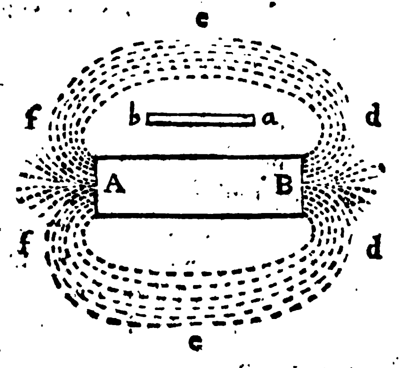
streut, und es fehlt nichts als diese Lage, daß diese Körper nicht auch wahre Magnetsteine sind. Sie behalten indessen ihre andere Eigenschaften, und unterscheiden sich von andern Stücken Eisen und Stahl nur dadurch, daß sie noch überdies mit den Eigenschaften des Magnetsteins begabt sind; eine Nadel oder ein Messer leisten dieselben Dienste, sie mögen die magnetische Kraft vorher erhalten haben oder nicht. Die Veränderung, die in dem Innern vorgeht, indem die Theilgen in diejenige Ordnung gelegt werden, die der Magnetismus erheischt, kann von aussen nicht bemerkt werden; ein solches Stück Eisen oder Stahl, das die magnetische Kraft erlangt, wird ein künstlicher Magnet genennt, zum Unterschied von einem natürlichen einem Stück Stein ähnlichen Maghete, obgleich die magnetischen Eigenschaften in dem einen wie in dem andern dieselben sind. Ew. Hoheit werden ohne Zweifel begierig seyn, zu vernehmen, auf welche Weise das Eisen und der Stahl dazu gebracht werden können, daß sie die magnetische Kraft annehmen, oder zu künstlichen Magneten werden? die Sache ist sehr leicht, und die blosse Nachbarschaft eines Magnetsteins ist fähig, das Eisen ein wenig magnetisch zu machen; der magnetische Wirbel bringt diese Wirkung hervor, ohne daß das Eisen den Magnetstein berühre.

Wie hart uns das Eisen scheinen mag, so sind doch die kleinern Theilgen, die die oben vorgestellten magnetischen Zwischenräumgen enthalten, in der Substanz des Eisens sehr beweglich und die geringste Kraft ist hinreichend ihre Lage zu verändern. Also wird die magnetische Materie des Wirbels, indem sie in das Eisen eindringt, die ersten magnetischen Poren, die sie darinn antrift, leicht nach ihrer Richtung ordnen, wenigstens diejenigen, deren Lage nicht sehr verschieden ist;

und

und nachdem sie diese Zwischenräumungen durchgegangen, wird sie auf die nämliche Weise auf die folgenden Zwischenräumungen wirken, bis sie sich einen Weg durch das Eisen schaft, und hierdurch einige magnetische Kanäle gebildet hat. Nun trägt auch die Figur des Eisens viel dazu bey, diese Veränderung zu erleichtern; eine länglichte und nach der Richtung des Wirbels gelegte Figur ist hiezu die tüchtigste, weil die magnetische Materie, indem sie durch die ganze Länge durchgeht, viele Theilgen in ihre rechte Lage bringt, um längere magnetische Kanäle zu bilden, und es ist kein Zweifel, daß je mehr ihrer sind, um Kanäle zu bilden, und je länger diese Kanäle ohne einige Unterbrechung sind, je stärker wird die Bewegung der magnetischen Materie seyn, woher folglich auch die magnetische Kraft größer werden muß.

Man hat auch angemerkt, daß wenn man ein in einem magnetischen Wirbel liegendes Eisen stark erschüttert oder schlägt, ein solches dadurch einen höhern Grad von Magnetismus erlangt, weil die kleinern Theilgen durch diese Schläge erschüttert und daher aufgelöst werden, daß sie der Wirkung der magnetischen Materie, die sie durchdringt, leichter nachgeben.



Also

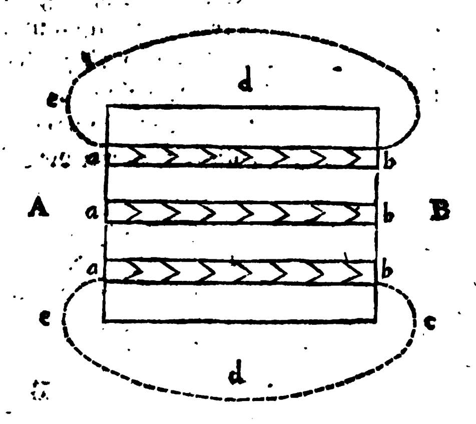
Also wenn man eine kleine Stange Eisen a b in den Wirbel des Magnetes A B legt, so daß ihre Richtung a b ohngefähr mit der Richtung des Stroms der magnetischen Materie d e f übereinkomme, so wird sie die Stange leicht durchströmen und in derselben magnetische Kanäle formiren, besonders wenn man diese Stange zu gleicher Zeit erschüttert oder schlägt, um diesen Durchgang zu erleichtern. Auch sieht man, daß die magnetische Materie, die durch den Pol A des Magnets eindringt und zum Pol B austritt, durch das Ende a der Stange eindringen und beym Ende b heraustreten wird, so daß das Ende a zum Pole gleiches Namens A, und b zu B werden wird. Nachgehends wenn man diese Stange a b aus dem magnetischen Wirbel wegnimmt, so wird sie ein künstlicher, obgleich gar schwacher Magnet seyn, der seinen eigenen Wirbel formiren und seine Kraft beybehalten wird, so lange die magnetischen Kanäle darinn nicht unterbrochen seyn werden. Nun wird dies um so viel leichter geschehen, als die Zwischenräumgen des Eisens beweglich sind; woraus man sieht, daß der nämliche Umstand, der den Magnetismus hervorbringen hilft, auch dient, ihn zu zerstören. Ein natürlicher Magnet ist einer solchen Schwächung nicht so sehr unterworfen, weil seine Zwischenräumgen viel fester sind, und es braucht beträchtlichere Kräfte, um sie in Unordnung zu setzen; weiter unten werde ich umständlicher hievon reden.

Hier habe ich mir vorgenommen, die natürlichste Weise zu erklären, wie das Eisen magnetisch zu machen ist; obgleich die Kraft, die es hierdurch erlangt, sehr klein ist, so wird es uns doch dazu dienen, eine sehr merkwürdige und ziemlich allgemeine Erscheinung zu verstehen. Man hat beobachtet, daß die Feuerzangen im Kamin und andre eiserne Werkzeuge, die man ge-

wöhn-

genommen haben, so daß in kurzen dieselbe magnetische Materie, die zu den Enden b b b ausgegangen war, gegen die Oeffnungen a a a zurückkehrt, indem sie den Umlauf b c d e a macht; und diese Bewegung, die rings um den Magnet gemacht wird, ist eben das, was wir den magnetischen Wirbel nennen.

Unterdessen muß man sich nicht einbilden, es sey immer die unverminderte magnetische Materie, die diese Wirbel ausmacht; ein guter Theil davon wird ohne Zweifel sowol gegen B als gegen die Seiten sich verlie-



ren, indem sie den Umlauf macht; aber an deren statt wird durch die Oeffnungen a a a neue magnetische Materie eindringen, so daß die Materie, die den Wirbel ausmacht, zwar immer ergänzt, aber doch nicht immer dieselbe ist; aber der magnetische Wirbel wird bleiben und den Magnetstein umgeben, auch alle die Erscheinungen hervorbringen, die wir oben in dem Feilstaube beobachtet haben, den man rund um den Magnetstein streut.

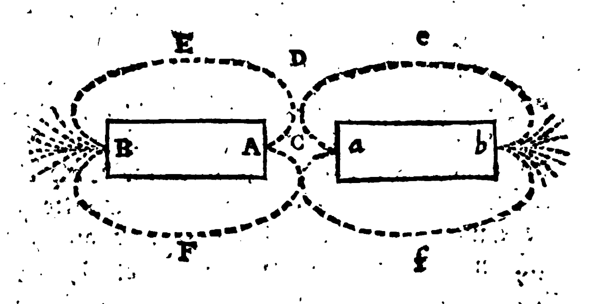
Ew. Hoheit geruhen auf diesen Umstand zu merken, daß die Bewegung der magnetischen Materie in dem

dem Wirbel, ausser dem Magnetsteine, ungemein viel langsamer ist, als in den magnetischen Röhren, wo sie von dem Aether abgesondert ist, nachdem sie durch die ganze elastische Kraft des Aethers in dieselben hineingetrieben worden; und daß sie, so bald sie heraustritt, sich von neuem mit dem Aether vermengt, und in demselben den größten Theil ihrer Bewegung verlieren muß, so daß die Geschwindigkeit, womit sie den Umlauf um den Magnet macht, um wieder durch die Oeffnungen a a a hineinzugehen, ungemein viel kleiner ist, als in den magnetischen Kanälen a b, obgleich sie, in unsern Sinnen annoch sehr groß ist. Nunmehr werden Ew. Hoheit leicht begreifen, daß die Oeffnungen der magnetischen Kanäle, durch welche die Materie in den Magnet hinein, und die Ende, durch welche sie herausgeht, eben das sind, was wir die Pole eines Magnets nennen; daher muß ich anmerken, daß die magnetische Pole eines Magnetsteins keineswegs mathematische Punkte sind, weil die ganze Stelle des Ein- oder Ausganges der magnetischen Kanäle ein magnetischer Pol ist, wie in dem zu Anfang abgebildeten Magnete, wo die ganze Vorderseite A und die Seite B desselben beyde Pole sind.

Nun werden zwar diese Pole in den nordlichen und in den südlichen unterschieden, man kann aber nicht sagen, ob die magnetische Materie durch den nordlichen oder durch den südlichen Pol in den Magnet eindringt. Ew. Hoheit werden in der Folge sehen, daß jede Erscheinung, sie mag durch das Eindringen oder Ausdringen entstehen, der andern so vollkommen ähnlich ist, daß es schlechterdings ohnmöglich scheint, diese Frage durch Versuche zu entscheiden. Aus diesem Grunde wird es gleich viel seyn, ob man annimmt, die magnetische Materie gehe durch den Nordpol hinein und trete durch den Südpol heraus, oder

sie gehe durch den Südpol hinein und komme durch den Nordpol heraus; hieran ist wenig gelegen.

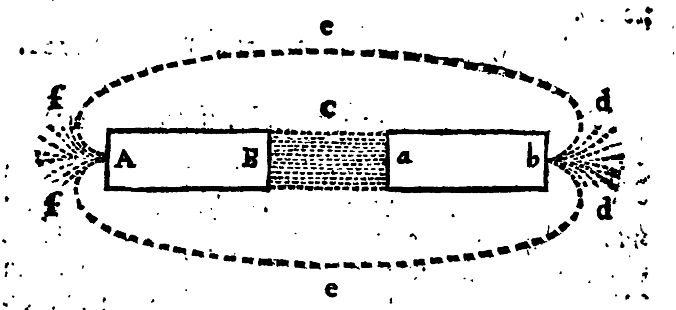
Allein, dem sey, wie ihm wolle, ich will durch den Buchstaben A den Pol bezeichnen, wodurch die magnetische Materie hineingeht, und durch B den andern Pol, wodurch sie herausgeht, ohne mich darum zu bekümmern, welches der nordliche oder der südliche sey. Wir wollen jetzt nur auf die Wirbel selbst merken, um zu beurtheilen, wie zween Magnetsteine auf einander würken.



Wir wollen annehmen, zween Magnetsteine A B und a b liegen mit den Polen gleiches Namens A, a, gegen einander, so werden ihre Wirbel einander ganz zuwider seyn. Die magnetische Materie in C wird zum Theil durch A, zum Theil durch a eindringen, und diese zween Wirbel werden einander zu zerstören trachten, die Materie, die von E zurückkömmt, um in A wieder einzudringen, trift in D die Materie des andern Magnets an, die von e zurückkömmt, um wieder in a einzudringen; daher muß zwischen diesen zween Wirbeln ein Stoß entstehen, wodurch der eine den andern zurückstößt, und diese Wirkung fällt auf die Magnetsteine selbst zurücke, die sich in dieser Lage einander zurückstossen. Das nämliche würde geschehen, wenn die zween

zween Magnetsteine mit den andern Polen B b gegen einander lägen; darum nennt man die Pole gleichen Namens Feinde, weil einer den andern wegstößt.

Aber wenn die Magnetsteine mit den Polen verschiedenen Namens neben einander liegen, so wird eine entgegengesetzte Wirkung daraus entstehen, und Ew. Hoheit werden leicht einsehen, daß sie sich einander anziehen müssen.



In beygefügter Figur, wo die zween Magnetsteine mit den Polen B und a neben einander liegen, wird die magnetische Materie, die aus dem Pole B heraustritt, weil sie sogleich Gelegenheit findet, in den andern Magnet durch seinen Pol a einzudringen, nicht nach den Seiten ausweichen, um wieder in A einzutreten, sondern sie wird gerade durch C in den andern Magnet übergehen, woraus sie in b herausgehen wird, von da wird sie nach den Seiten d d herumlaufen, um nicht zum Pole a, sondern zum Pole A des andern Magnetes zurückzukehren, indem sie durch e und f herumläuft. Also werden die Wirbel dieser zween Magnetsteine sich in einen einzigen vereinigen, als ob nur ein einziger Magnet wäre. Da nun dieser einzige Wirbel von allen Seiten von dem Aether gepreßt ist, so wird es die zween Magnete gegen einander drücken, und es

wird

wird das Ansehen haben, als ob die zween Magnete sich anzögen.

Dieß ist also der Grund, warum die Pole verschiedenen Namens Freunde, und die Pole gleichen Namens Feinde genennet werden, und nun kennen Ew. Hoheit die vornehmste Erscheinung der Magnetsteine, nämlich diese: daß die Pole verschiedenen Namens sich anziehen, und die von gleichen Namen sich zurückstossen.

den 7ten November 1761.

Hundert und neun und siebenzigster Brief.

Nachdem wir die Natur des Magnetsteins in den Kanälen festgesetzt haben, welche die magnetische Materie nur nach einer Richtung durchstreichen kann, weil die Valveln, womit diese Kanäle besäet sind, den Rückgang hindern, so werden Ew. Hoheit leicht begreifen, daß diese Kanäle nichts anders sind, als eine Fortsetzung gewisser Zwischenräumgen von dieser Figur m m ∑ n inwendig zottig, wovon die Haare m n nach derselben Richtung gehen, so daß viele ähnliche Theilgen zusammengefügt, und nach der nämlichen Richtung gelegt, einen magnetischen Kanal ausmachen. Also ist es nicht genug, daß die Materie des Magnets viele dergleichen Theilgen enthalte, sondern sie müssen noch überdieß so liegen, daß daraus Kanäle entstehen, die von einem Ende zum andern fortgesetzt sind, damit die magnetische Materie sie durchstreichen kann.

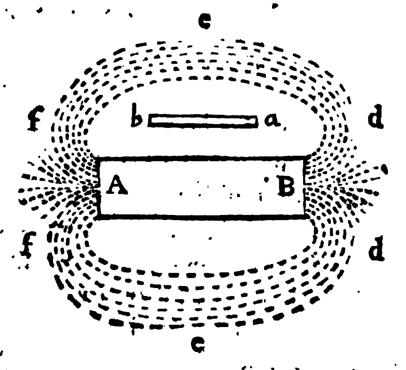
Nun stelle ich mir vor, daß sowol das Eisen als der Stahl dergleichen Theilgen in großer Menge enthalten, die aber nicht so gelegen sind, wie ich so eben beschrieben, sie sind vielmehr durch die ganze Masse zerstreut,

streut, und es fehlt nichts als diese Lage, daß diese Körper nicht auch wahre Magnetsteine sind. Sie behalten indessen ihre andere Eigenschaften, und unterscheiden sich von andern Stücken Eisen und Stahl nur dadurch, daß sie noch überdies mit den Eigenschaften des Magnetsteins begabt sind; eine Nadel oder ein Messer leisten dieselben Dienste, sie mögen die magnetische Kraft vorher erhalten haben oder nicht. Die Veränderung, die in dem Innern vorgeht, indem die Theilgen in diejenige Ordnung gelegt werden, die der Magnetismus erheischt, kann von aussen nicht bemerkt werden; ein solches Stück Eisen oder Stahl, das die magnetische Kraft erlangt, wird ein künstlicher Magnet genennt, zum Unterschied von einem natürlichen einem Stück Stein ähnlichen Magnete, obgleich die magnetischen Eigenschaften in dem einen wie in dem andern dieselben sind. Ew. Hoheit werden ohne Zweifel begierig seyn, zu vernehmen, auf welche Weise das Eisen und der Stahl dazu gebracht werden können, daß sie die magnetische Kraft annehmen, oder zu künstlichen Magneten werden? die Sache ist sehr leicht, und die blosse Nachbarschaft eines Magnetsteins ist fähig, das Eisen ein wenig magnetisch zu machen; der magnetische Wirbel bringt diese Wirkung hervor, ohne daß das Eisen den Magnetstein berühre.

Wie hart uns das Eisen scheinen mag, so sind doch die kleinern Theilgen, die die oben vorgestellten magnetischen Zwischenräumgen enthalten, in der Substanz des Eisens sehr beweglich und die geringste Kraft ist hinreichend ihre Lage zu verändern. Also wird die magnetische Materie des Wirbels, indem sie in das Eisen eindringt, die ersten magnetischen Poren, die sie darinn antrift, leicht nach ihrer Richtung ordnen, wenigstens diejenigen, deren Lage nicht sehr verschieden ist;

und nachdem sie diese Zwischenräumgen durchgegangen, wird sie auf die nämliche Weise auf die folgenden Zwischenräumgen wirken, bis sie sich einen Weg durch das Eisen schaft, und hierdurch einige magnetische Kanäle gebildet hat. Nun trägt auch die Figur des Eisens viel dazu bey, diese Veränderung zu erleichtern; eine länglichte und nach der Richtung des Wirbels gelegte Figur ist hiezu die tüchtigste, weil die magnetische Materie, indem sie durch die ganze Länge durchgeht, viele Theilgen in ihre rechte Lage bringt, um längere magnetische Kanäle zu bilden, und es ist kein Zweifel, daß je mehr ihrer sind, um Kanäle zu bilden, und je länger diese Kanäle ohne einige Unterbrechung sind, je stärker wird die Bewegung der magnetischen Materie seyn, woher folglich auch die magnetische Kraft größer werden muß.

Man hat auch angemerkt, daß wenn man ein in einem magnetischen Wirbel liegendes Eisen stark erschüttert oder schlägt, ein solches dadurch einen höhern Grad von Magnetismus erlangt, weil die kleinern Theilgen durch diese Schläge erschüttert und daher aufgelöst werden, daß sie der Wirkung der magnetischen Materie, die sie durchdringt, leichter nachgeben.



Also

Also wenn man eine kleine Stange Eisen a b in den Wirbel des Magnetes A B legt, so daß ihre Richtung a b ohngefähr mit der Richtung des Stroms der magnetischen Materie d e f übereinkomme, so wird sie die Stange leicht durchströmen und in derselben magnetische Kanäle formiren, besonders wenn man diese Stange zu gleicher Zeit erschüttert oder schlägt, um diesen Durchgang zu erleichtern. Auch sieht man, daß die magnetische Materie, die durch den Pol A des Magnets eindringt und zum Pol B austritt, durch das Ende a der Stange eindringen und beym Ende b heraustreten wird, so daß das Ende a zum Pole gleiches Namens A, und b zu B werden wird. Nachgehends wenn man diese Stange a b aus dem magnetischen Wirbel wegnimmt, so wird sie ein künstlicher, obgleich gar schwacher Magnet seyn, der seinen eigenen Wirbel formiren und seine Kraft beybehalten wird, so lange die magnetischen Kanäle darinn nicht unterbrochen seyn werden. Nun wird dies um so viel leichter geschehen, als die Zwischenräumgen des Eisens beweglich sind; woraus man sieht, daß der nämliche Umstand, der den Magnetismus hervorbringen hilft, auch dient, ihn zu zerstören. Ein natürlicher Magnet ist einer solchen Schwächung nicht so sehr unterworfen, weil seine Zwischenräumgen viel fester sind, und es braucht beträchtlichere Kräfte, um sie in Unordnung zu setzen; weiter unten werde ich umständlicher hievon reden.

Hier habe ich mir vorgenommen, die natürlichste Weise zu erklären, wie das Eisen magnetisch zu machen ist; obgleich die Kraft, die es hierdurch erlangt, sehr klein ist, so wird es uns doch dazu dienen, eine sehr merkwürdige und ziemlich allgemeine Erscheinung zu verstehen. Man hat beobachtet, daß die Feuerzangen im Kamin und andre eiserne Werkzeuge, die man ge-

wöhn-

wöhnlich in einer senkrechten Lage hält, deßgleichen die eisernen Stangen, die man auf die Glockenthürme stellt, mit der Zeit eine ziemlich merkliche magnetische Kraft erlangen; auch hat man wahrgenommen, daß eine eiserne Stange, wenn sie in senkrechter Lage geschlagen wird, oder nachdem sie im Feuer glüend gemacht worden, in der nämlichen Lage in kaltes Wasser getaucht wird, ein wenig magnetisch wird, ohne daß ihr irgend ein Magnet nahe gekommen sey.

Um den Grund dieser Erscheinung einzusehen, dörfen Ew. Hoheit sich nur erinnern, daß die Erde selbst ein Magnet, und folglich mit einem magnetischen Wirbel umgeben ist, dessen wahre Richtung die Abweichung und Neigung der Magnetnadel an jedem Orte der Erde anzeigen; also, wenn eine eiserne Stange sich lange Zeit in dieser Lage befindet, so haben wir keine Ursache uns zu verwundern, wenn sie magnetisch wird. Nun haben wir auch gesehen, daß hier in Berlin die Neigung (Niederbeugung) der Magnetnadel 72° ist, und da sie beynahe allenthalben in Europa ohngefähr dieselbe ist, so ist diese Neigung nur um 18° von der senkrechten Lage verschieden; und also ist die senkrechte Lage nicht viel von der Richtung des magnetischen Wirbels verschieden. Also wird auch eine eiserne Stange, die man lange Zeit in senkrechter Lage gehalten hat, endlich von dem magnetischen Wirbel durchdrungen werden, und muß folglich eine magnetische Kraft erlangen.

In andern Gegenden, wo die Niederbeugung unmerklich ist, welches ohngefähr unter dem Aequator statt hat, ist es nicht mehr die senkrechte Richtung, die die eisernen Stangen magnetisch macht, man muß sie vielmehr horizontal legen, so daß ihre Richtung mit der magnetischen Abweichung übereinkomme, wenn man will, daß sie

eine

eine magnetische Kraft erlangen. Ich rede hier nur vom Eisen, der Stahl ist zu dieser Absicht allzu hart, man muß wirksamere Mittel anwenden, wenn man ihn magnetisch machen will.

den 10ten November 1761.

Hundert und achtzigster Brief.

Obgleich die ganze Erde als ein großer Magnet betrachtet werden kann, und obgleich sie von einem magnetischen Wirbel umgeben ist, der allenthalben die Magnetnadeln richtet, so ist dennoch ihre magnetische Kraft sehr schwach und viel kleiner als die Kraft eines sehr mittelmäßigen Magnetsteins; welches uns wegen der ungeheuren Größe der Erde sehr fremd vorkommen muß.

Allein der Grund hievon ist ohne Zweifel: daß wir von den wahren magnetischen Polen der Erde sehr weit entfernt sind, welche allem Anschein nach in einer sehr großen Tiefe begraben liegen: so stark aber ein Magnet auch seyn mag, so ist doch seine Stärke nur ganz nahe bey ihm beträchtlich und je weiter man sich entfernt, je kleiner wird sie und verschwindet bald. Aus diesem Grund ist die magnetische Kraft, welche Klumpen von Eisen, die in dem Wirbel der Erde dazu bequem liegen, endlich erlangen, nur sehr klein und kaum zu spüren, woferne das Eisen nicht sehr weich ist und eine Figur hat, die tüchtig ist einen Wirbel hervorzubringen, wie ich schon die Ehre gehabt, Ew. Hoheit bemerken zu machen.

In der Nachbarschaft eines mittelmäßigen Magnetsteins ist diese Wirkung weit beträchtlicher, und kleine Stücke Eisen erlangen in derselben in kurzen eine gar merkliche magnetische Kraft, auch werden sie von dem Magnet angezogen, da indeß in dem Wirbel der

Erde diese Wirkung unmerklich ist und nur darinne besteht, daß die Magnetnadeln gerichtet, aber nicht angezogen, oder am Gewichte vermehrt werden.

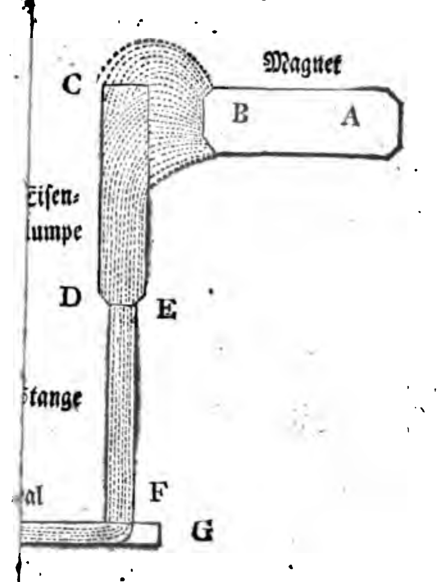
Ein in den Wirbel eines Magnets gestellter Klumpen Eisen giebt uns auch sehr seltene Erscheinungen, die wohl eine besondere Erklärung verdienen: erstlich wird ein solcher Klumpen nicht nur von dem Magnete angezogen, sondern er selbst zieht ebenfalls andere Stücke Eisen an. Es sey A B, in der besonders abgedruckten Figur, ein natürlicher Magnet, in dessen Nähe beym Pole B man das Stück Eisen C D legt, so wird man sehen, daß er im Stande ist, eine Stange Eisen E F zu tragen. An diese Stange in F lege man annoch ein eisern Linial G H, in welcher Lage man will, zum Exempel in horizontaler Lage, indem man selbiges in H unterstützt, so wird man wahrnehmen, daß es nicht nur von der Stange in F angezogen wird, sondern daß es auch im Stande ist in H annoch Nadeln zu tragen wie I K, und daß diese Nadeln noch ferner auf den Feilstaub L wirken, indem sie ihn anziehen.

Auf solche Weise kann man die magnetische Kraft auf sehr beträchtliche Entfernungen fortpflanzen und sogar durch die verschiedene Lage dieser Eisenstücken ihre Richtung verändern, obgleich sie je länger je kleiner wird. Ew. H. werden auch leicht begreifen, daß diese Wirkung um so viel größer seyn muß, je stärker der Magnet AB an sich selbst ist, und je näher ihm das erste Stück C D liegt. Der verstorbene Maupertuis besaß einen großen so vortreflichen Magnetstein, daß in einer Entfernung von vielen Schuhen das Stück Eisen C D annoch eine sehr beträchtliche Kraft ausübte.

Um diese Erscheinungen zu erklären, dörfen Ew. Hoheit nur betrachten, daß die magnetische Materie, die

aus

Il. Hundert und achtzigster
rief. Seite 114.



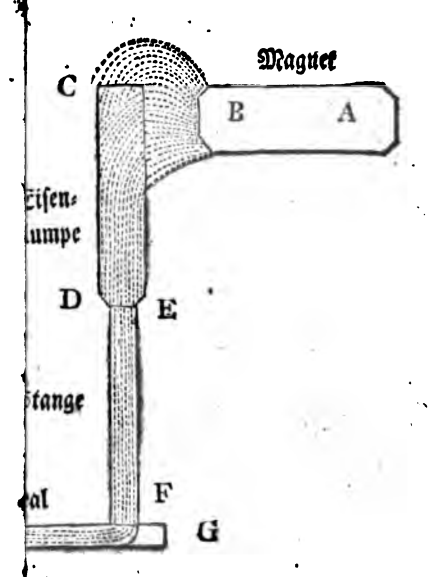
Erde diese Wirkung unmerklich ist und nur darinne besteht, daß die Magnetnadeln gerichtet, aber nicht angezogen, oder am Gewichte vermehrt werden.

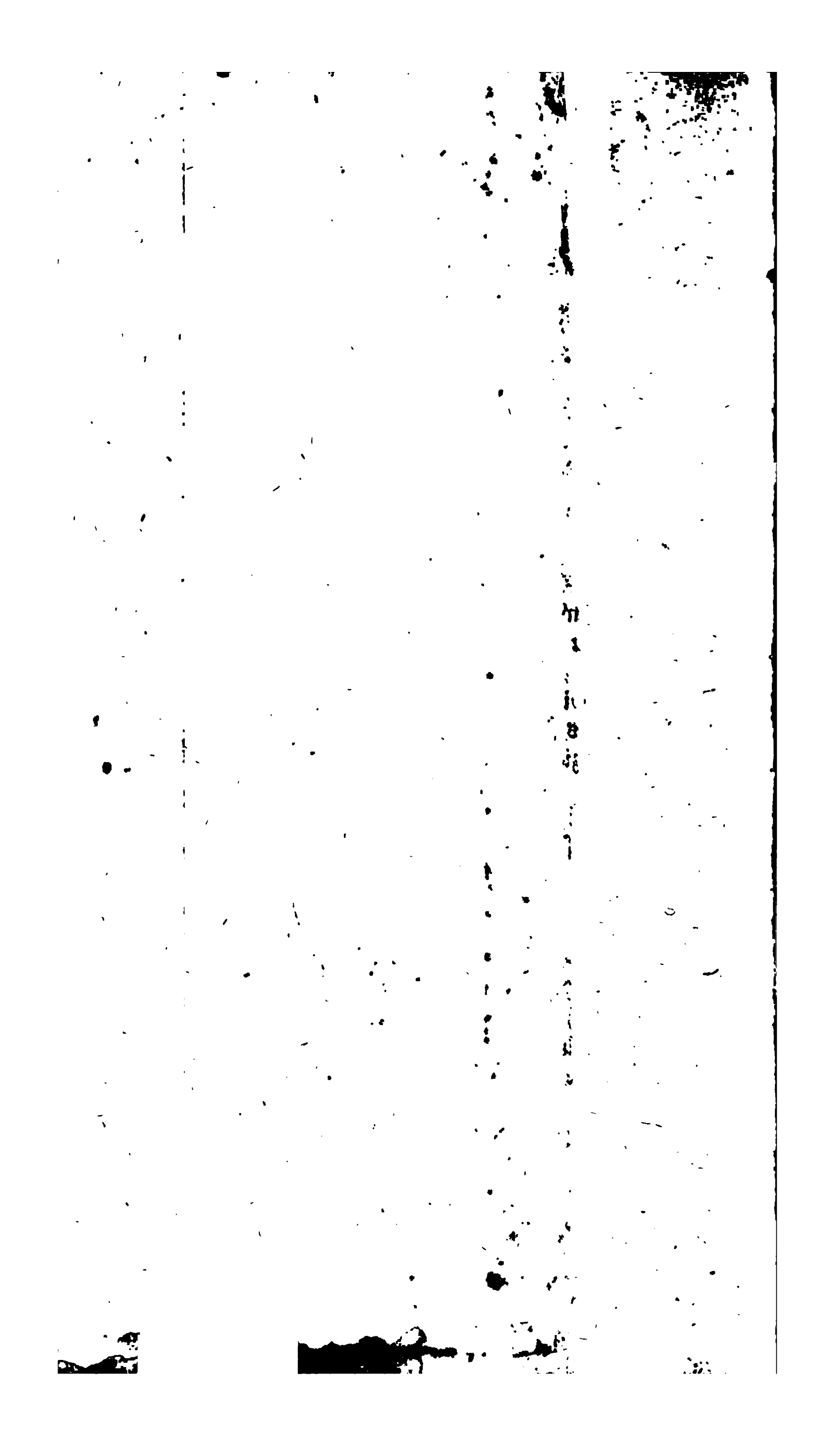
Ein in den Wirbel eines Magnets gestellter Klumpen Eisen giebt uns auch sehr seltene Erscheinungen, die wohl eine besondere Erklärung verdienen; erstlich wird ein solcher Klumpen nicht nur von dem Magnete angezogen, sondern er selbst zieht ebenfalls andere Stücke Eisen an. Es sey A B, in der besonders abgedruckten Figur, ein natürlicher Magnet, in dessen Nähe beym Pole B man das Stück Eisen C D legt, so wird man sehen, daß er im Stande ist, eine Stange Eisen E F. zu tragen. An diese Stange in F lege man annoch ein eisern Linial G H, in welcher Lage man will, zum Exempel in horizontaler Lage, indem man selbiges in H unterstützt, so wird man wahrnehmen, daß es nicht nur von der Stange in F angezogen wird, sondern daß es auch im Stande ist in H annoch Nadeln zu tragen wie I K, und daß diese Nadeln noch ferner auf den Feilstaub L wirken, indem sie ihn anziehen.

Auf solche Weise kann man die magnetische Kraft auf sehr beträchtliche Entfernungen fortpflanzen und sogar durch die verschiedene Lage dieser Eisenstücken ihre Richtung verändern, obgleich sie je länger je kleiner wird. Ew. H. werden auch leicht begreifen, daß diese Wirkung um so viel größer seyn muß, je stärker der Magnet AB an sich selbst ist, und je näher ihm das erste Stück C D liegt. Der verstorbene Maupertuis besaß einen großen so vortreflichen Magnetstein, daß in einer Entfernung von vielen Schuhen das Stück Eisen C D annoch eine sehr beträchtliche Kraft ausübte.

Um diese Erscheinungen zu erklären, dörfen Ew. Hoheit nur betrachten, daß die magnetische Materie, die

...l. Hundert und achtzigster ...rief. Seite 114.





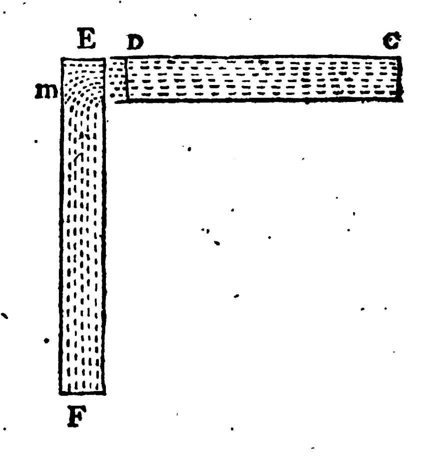
aus dem Pol B des Magnets schnell herauskömmt, in das Stück Eisen eindringt und daselbst die Poren so zusammen arbeitet, daß magnetische Kanäle daraus gebildet werden, die sie nachgehends frey durchstreicht. Auf gleiche Weise wird sie sich, indem sie in die Stange eintritt, magnetische Kanäle bilden u. s. w. Sobald nun die magnetische Materie aus dem einen Körper aus und in einen andern eingeht, müssen diese zween Körper einander gegenseitig anziehen aus eben dem Grunde, aus dem ich bewiesen habe, daß zween Magnetsteine, die ihre Freund-Pole einander zukehren, sich anziehen müssen; und so oft wir sehen, daß zwey Eisen einander anziehen, so können wir sicher schliessen, daß die magnetische Materie, die aus dem einen ausgeht, in den andern eindringe, durch die unaufhörliche Bewegung der Materie, um die Körper aneinander zu hängen. In eben dieser Ordnung hängt die magnetische Materie die übrigen Eisenstücken immer an einander; und dies ist der wahre Grund, warum sie sich gegenseitig anziehen.

Die nämlichen Erscheinungen erfolgen auch ohne einigen Unterschied, wenn man den andern Pol A des Magnets, wo die magnetische Materie hineingeht, gegen das Stück Eisen kehrt: alsdenn kehrt sich die ganze Bewegung um und behält diesen umgekehrten Weg. Die in dem Stück Eisen enthaltene magnetische Materie wird aus demselben herausfahren und sich in den Magnet hineinstürzen; indem sie aber entwischt, wird sie die nämlichen Kräfte anwenden, um die Poren in demselben in eine bequeme Lage zu bringen, eben so, als wenn sie mit derselben Schnelligkeit in das Eisen eindränge. Zu jenem Ende muß das Eisen wohl ziemlich weich, und seine Poren müssen sehr biegsam seyn, wenn sie den Bemühungen der magne-

 tischen

tischen Materie nachgeben sollen. Die einzige Bedenklichkeit, die Ew. H. hiebey antreffen werden, wird ohne Zweifel diese seyn: warum die magnetische Materie, wenn sie in ein anderes Stück Eisen eindringt, ihre Richtung ändere und sich nach der Länge dieser Stücken richte, wie ich ihren Lauf in der Figur vorgestellt habe? Es ist dieses ein sehr wichtiger Punkt in der Theorie des Magnetismus, und der uns zeigt, wie viel die Figur der Eisenstücke zur Hervorbringung der magnetischen Erscheinungen beyträgt.

Diesen Umstand zu erklären, muß man sich erinnern, daß unsre subtile Materie sich sehr leicht durch die magnetischen Zwischenräumgen bewegt, allwo sie von dem Aether abgesondert ist, und daß sie sehr beträchtliche Hindernisse antrift, wenn sie aus den magnetischen Poren mit ihrer erstaunlichen Geschwindigkeit herausfährt, um wieder in den Aether und in die Luft einzutreten.



Wir wollen annehmen, die magnetische Materie, nachdem sie den eisernen Stab C D durchstrichen, gehe in

in das senkrecht liegende eiserne Linial EF hinein. Indem sie hineingeht, wird sie auch die nämliche Richtung behalten, um in m herauszugehen, wenn sie nicht einen leichtern Weg zur Fortsetzung ihrer Bewegung findet. Nun trift sie aber in m die größten Hindernisse an, mithin senket sie gleich ihre Richtung ein wenig gegen F, allwo sie, weil sie Zwischenräumgen zur Fortsetzung ihrer Bewegung antrift, je länger je mehr von ihrer ersten Richtung abweichen wird, um das Linial E F in seiner ganzen Länge zu durchstreichen. Es ist eben so, als ob die magnetische Materie sich fürchtete, aus dem Eisen auszugehen: sie trachtet, ihre Bewegung innerhalb dem Eisen fortzusetzen, so lange es möglich ist, und die Länge dieses Linials verschaft ihr hier diese Bequemlichkeit; wäre es sehr kurz, so würde die magnetische Materie ohne Zweifel in m herausgehen; aber nun folgt sie in ihrer Bewegung der Richtung EF, welche die Länge des Linials ihr anbietet, bis sie genöthigt ist, in F herauszugehen, weil alle nach der nämlichen Richtung gebildete magnetische Kanäle nicht gestatten, daß die subtile Materie nahe bey F noch einmal ihre Richtung ändern und längs dem Linial zurückgehen könne; weil diese Kanäle nicht nur mit der nachfolgenden Materie angefüllt, sondern auch ihrer Natur nach unfähig sind, eine Bewegung in umgekehrter Richtung anzunehmen.

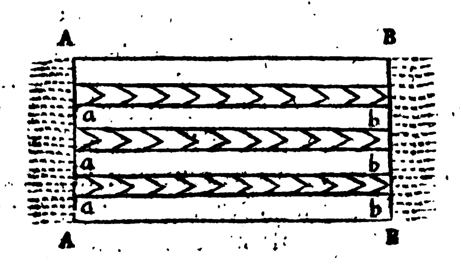
den 14ten November 1761.

Hundert und ein und achtzigster Brief.

Ew. Hoheit haben so eben gesehen, wie das Eisen fähig ist, den magnetischen Strom eines Magnets nicht nur zu empfangen und ihn auf ziemlich beträchtliche Weiten fortzuführen, sondern auch seine Richtung zu ändern. Daher, wenn man mit einem Magnets

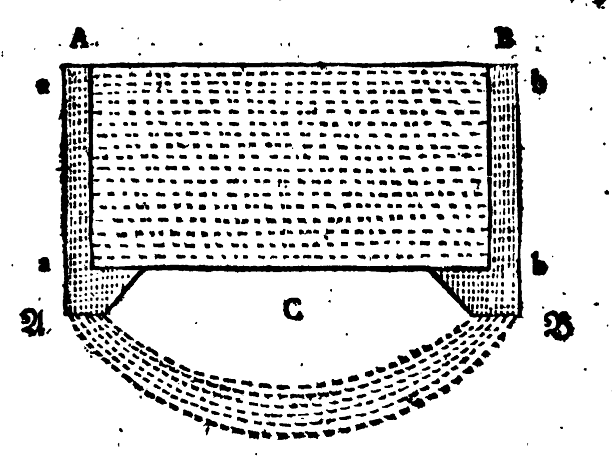
Stücken Eisen vereinigt, so ist es fast eben so viel, als ob der Magnet grösser geworden wäre, weil das Eisen in Absicht auf die magnetische Materie die gleiche Natur erlangt; und da man durch dieses Mittel annoch die Richtung des magnetischen Stroms verändern kann, weil die Pole die Stellen sind, wo die magnetische Materie in den Magnet ein und von ihm ausgeht, so kann man die Pole hin verlegen, wohin man will.

Und eben auf diesen Grundsatz ist die Einfassung der Magnete gegründet, die wohl verdient, daß ich Ew. Hoheit hier einen Begriff davon gebe, weil die Kraft des Magnets dadurch verstärket wird.



Gemeiniglich giebt man den Magneten, wenn man sie aus den Erzgruben zieht, die Figur eines Parallelepipedons oder eines rechtwinklichten Parallelogramms in einer Dicke wie AA BB, an welchem die Seite AA der Pol sey, wo die magnetische Materie hineingeht, und BB, wo sie herausgeht. Er ist also nach der Länge AB mit magnetischen Kanälen a b angefüllt, durch welche die magnetische Materie, ohne Vermischung mit einigem Aether, mit der größten Schnelligkeit frey durchströmt, indem sie durch die elastische Kraft des Aethers dahinein getrieben wird. Nun wollen wir sehen, auf was Weise man gewohnt ist, einen solchen Magnet einzufassen.

An



An jede Seite A A und B B, wo sich die beyden Pole des Magnets befinden, legt man eiserne Bleche a a und b b auf, die sich unten in Knöpfe 𝔄 und 𝔅 endigen, die man die Füsse nennt; dieß ist es eben, was man die Armatur des Magnets nennt, und denn sagt man, er ist bewaffnet. In diesem Zustande dringt die magnetische Materie, die durch die Seite B B herausfährt, in das eiserne Blech b b, welches sie hindert, geradefort in die Luft zu entwischen, und dafür nöthigt, ihre Richtung zu ändern, um längst des Bleches b b in den Fuß 𝔅 zu fließen, wo sie wohl gezwungen ist herauszutreten, weil sie kein Eisen mehr findet, worinn sie ihre Bewegung fortsetzen könnte. Auf der andern Seite verhält sichs eben so; alle subtile Materie wird durch den Fuß 𝔄 hineingeführt, woraus sie hinter dem Blech a a geht, und, indem sie ihre Richtung ändert, hinaufgehet, aber gleicherweise ihre Richtung unterbricht, um in den Magnet einzudringen und die magnetischen Kanäle durchzulaufen. Denn erstlich dringt die in dem Bleche enthaltene subtile Materie in den Magnet ein, und auf diese folgt diejenige, die sich

in dem Fuße A befindet, und immer wieder durch die von außen ersetzt, auch durch die Elasticität des Aethers in den Fuß A und das Blech a a mit solcher Schnelligkeit eingetrieben wird, die kräftig genug ist, die Pole zu ordnen und magnetische Kanäle zu bilden.

Hieraus sieht man, daß auf beyden Seiten die Bewegung die nämliche seyn muß, mit dem einzigen Unterschiede, daß die magnetische Materie durch den Fuß A hinein, und durch den andern Fuß B heraus dringen wird, so daß sich nun die Pole des bewafneten Magnets in diesen Füssen befinden; und da die Pole, die vorher in den Seiten A A und B B zerstreut waren, nunmehr in den Grundflächen der Füsse A und B vereint sind, so ist es sehr natürlich, daß die magnetische Kraft in diesen neuen Polen beträchtlich grösser seyn muß.

Auch wird in diesem Zustande der magnetische Wirbel sich leichter formiren, die magnetische Materie, die aus dem Fuße B ausgeht, wird leicht zurückkehren, indem sie durch C in den Fuß A übergeht, und das übrige des Magnet-Körpers wird nun von keinem Wirbel mehr umgeben seyn, ausser daß etwas weniges von magnetischer Materie durch das Blech b b entwischt, weil sie nicht schnell genug ihre Richtung ändern kann: und daß auch ein wenig davon durch das Blech a a eindringt, woher ebenfalls ein schwacher Wirbel entstehen könnte, der die subtile Materie unmittelbar durch das Blech b b in a a führen würde; unterdessen wenn die Einfassung gut gemacht ist, so ist dieser andre Wirbel fast unmerklich, und folglich der Strom zwischen den Füssen um so viel grösser.

Die vornehmste Regel, Magnete gut einzufassen, ist, daß man sowol die beyden Seitenflächen AA und BB

des

des Magnets als die eiserne Bleche wohl polire, so daß sie, wenn man sie auflegt, den Magnet allenthalben vollkommen berühren. Der Grund hievon ist sehr einleuchtend, weil die subtile Materie leicht aus dem Magnete ins Eisen übergeht, wenn keine andere Materie dazwischen liegt; aber sobald sich zwischen dem Magnet und den Blechen ein leerer Raum oder Luft befindet, so verliert die magnetische Materie beynahe alle ihre Bewegung darin, ihr Lauf wird unterbrochen und zu schwach, um sich durch das Eisen einen Weg zu bahnen und magnetische Kanäle darin zu bilden.

Ueberdieß ist das weicheste oder das gelindeste Eisen zu dergleichen Einfassungen das allerschicklichste, weil seine Poren sehr biegsam sind und sich gar leicht nach dem Strome der magnetischen Materie richten; auch scheint ein solches Eisen sehr tüchtig zu seyn, die Richtung des Stroms schnell abändern zu machen; denn es hat das Ansehn, als ob die magnetische Materie ihren Lauf so lange als möglich in demselben fortzusetzen suche, und als ob sie nicht eher herausgehe, als wenn es ihr nicht mehr möglich ist, ihre Bewegung darinn fortzusetzen, sie will lieber die größten Umwege machen, als es verlassen. Dieß geschicht im Magnete selbst nicht, weil die magnetische Kanäle darinne schon gebildet sind, auch im Stahle nicht, dessen Zwischenräumgen den Bemühungen eines magnetischen Stroms nicht so leicht gehorchen. Aber wenn dergleichen Kanäle im Stahl einmal gebildet sind, so erhalten sie sich auch weit länger, und behalten dadurch ihre magnetische Kraft bey, da indeß das weiche Eisen, so groß auch seine Kraft in der Nähe eines Magnets gewesen seyn mag, dieselbe fast ganz verliert, so bald man es davon wegnimmt.

Was die andern Umstände der Einfassung angeht, so muß man die Erfahrung zu Rathe ziehen, z. E. in Absicht auf die Dicke der Blechen findet man, daß eine allzugrosse Dicke eben so schädlich ist, als eine allzu geringe; aber mehrentheils sind die bequemsten Bleche sehr dünne; dieß würde uns sehr fremde vorkommen, wenn wir nicht wüßten, daß die magnetische Materie noch weit subtiler ist, als der Aether, und daß folglich das allerdünnste Blech hinreichend ist, eine sehr grosse Menge davon aufzunehmen.

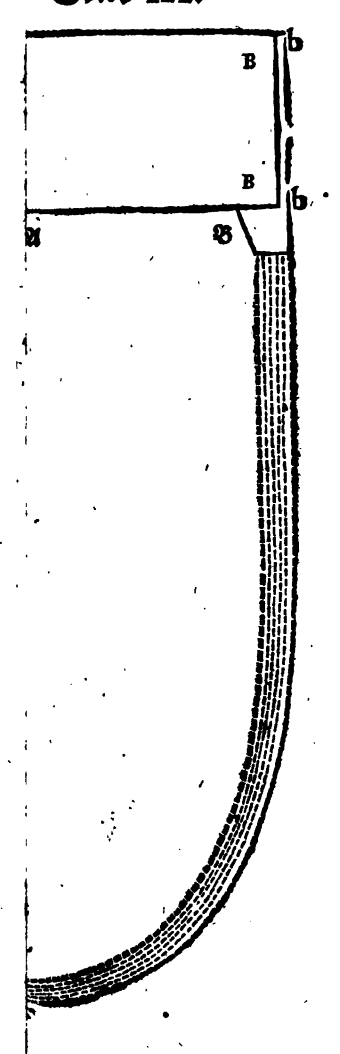
den 17ten November 1761.

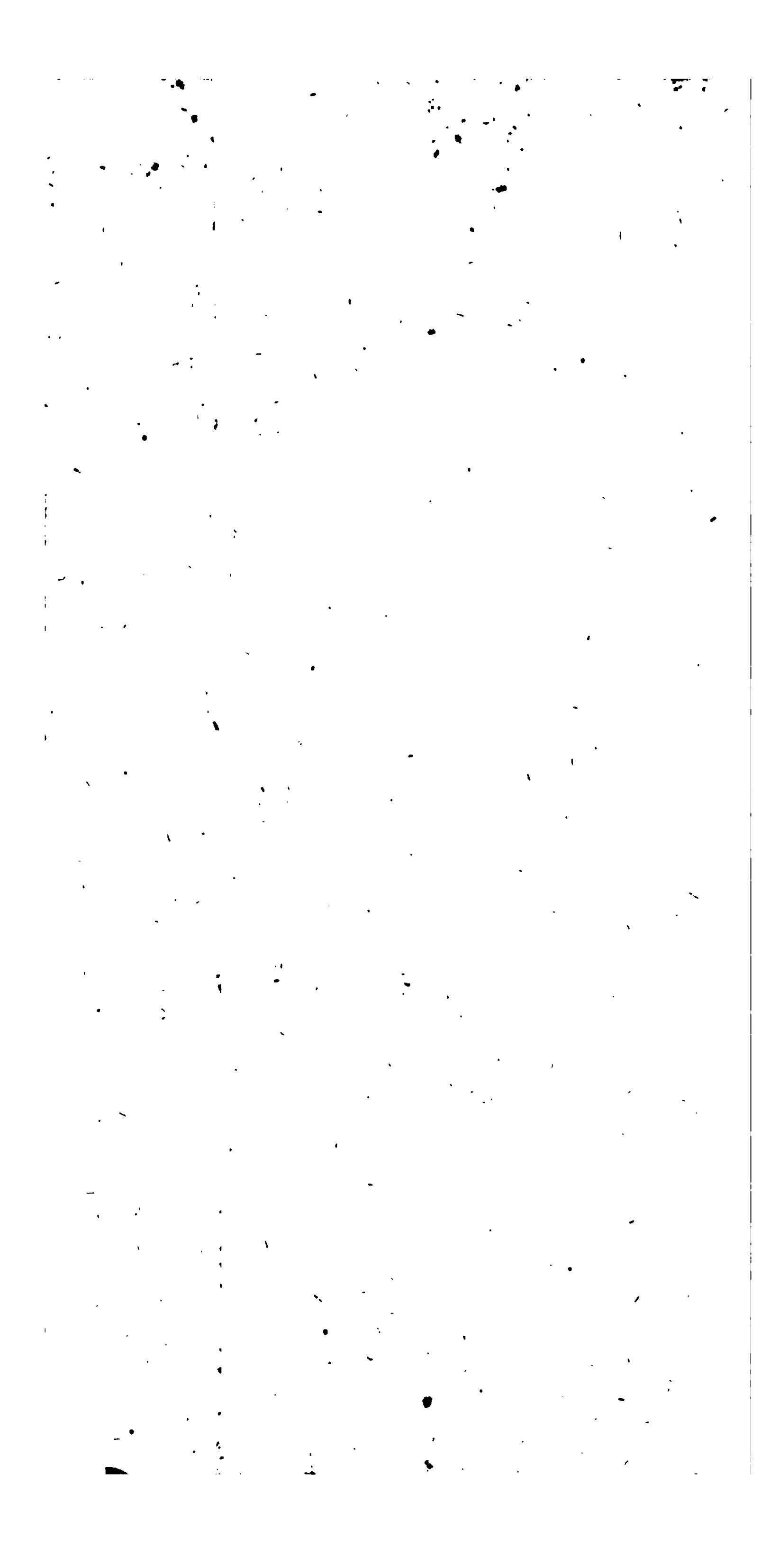
Hundert und zwey und achtzigster Brief.

An den Füssen der Einfassung übt also ein bewaffneter Magnet seine größte Kraft aus, weil seine Pole darinn vereint sind; und jeder Fuß ist im Stande, ein eisernes Gewicht zu tragen, das um so viel grösser seyn kann, je besser und vortreflicher der Magnet ist.

Also wird (man sehe die besonders abgedruckte Figur,) ein Magnet AABB mit eisernen Blechen aa und bb eingefaßt, die sich in die Füsse A und B endigen, nicht nur an dem Fuße A das eiserne Linial CD tragen, sondern dieses wird annoch ein kleineres EF, dieses noch ein anderes noch kleineres GH, welches hinwiederum noch eine Nadel IK tragen wird, die zuletzt Feilstaub L anziehen wird. Der Grund hievon ist, daß die magnetische Materie alle diese Stücke der Reihe nach durchströmt, um in den Pol A einzudringen; oder wenn es der andre Pol wäre, durch welchen die magnetische Materie aus dem Magnete herausgeht, so würde sie auf die nämliche Weise die Stücke CD, EF, GH, IK, der Reihe nach durchströmen; nun beobachtet man jedesmal, wenn die Materie aus einem Stücke Eisen heraus- in ein anderes hineingeht, eine Anziehung zwischen

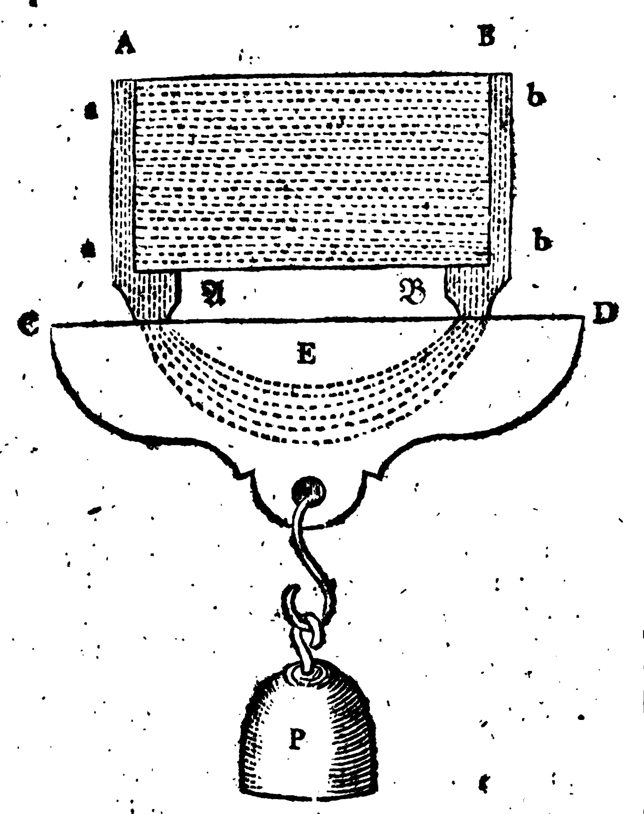
: Theil. Hundert und
und achtzigster Brief.
Seite 122.





schen diesen beyden Stücken, oder sie werden um so mehr durch den umgebenden Aether zusammengedrückt, je mehr der Strom der magnetischen Materie zwischen ihnen dem Drucke des Aethers widerstehet.

Wenn man auf diese Weise den einen von den Polen des Magnets beschweret, so leidet sein Wirbel eine sehr wesentliche Veränderung in der Richtung; denn da ohne diese Beschwerung die magnetische Materie, die aus dem Pole B ausgeht, von ihrem Lauf abweicht und gegen den andern Pol A strömt, jetzt aber der unmittelbare Eingang in diesen Pol durch die angehängte Stücke versperrt ist, so muß die Materie, die aus dem Pole B ausgeht, wohl einen ganz andern Weg nehmen, der sie endlich zu dem letzten Stücke IK führe. Ein Theil derselben wird ohnstreitig auch zu GH und zu den obern Anhängen gebracht werden, weil die untern als kleinere die Materie der obern nicht alle fassen können, indessen wird doch immer ein Wirbel seyn, der sich bis zum letzten Anhang erstrecket. Durch dieses Mittel, wenn man alle diese Stücke sowol in Absicht auf die Länge als Dicke in gehöriges Verhältniß gegen einander setzt, ist der Magnet im Stande, weit mehr zu tragen, als wenn man ihn nur mit einem einzigen Stück beladet, wobey auch auf die Figur viel ankommt. Um ihm aber die größt-mögliche Ladung tragen zu machen, muß man es so einrichten, daß beyde Pole ihre Kräfte vereinigen.



Zu diesem Ende drückt man an die beyden Pole A und B ein Stück weiches Eisen CD, welches die Grundflächen der Füsse vollkommen berührt, und dessen Figur so seyn muß, daß die magnetische Materie, die aus B ausgeht, den bequemsten Uebergang antreffe, um durch das andere Ende A wieder hineinzugehen; ein solches Stück Eisen wird der Träger des Magnets genannt, und da in B die magnetische Materie, die aus dem Magnet herausgeht, in denselben eintritt, und in A, beym Austritt aus dem Träger, in den Mag-
net

net eintritt, so wird der Träger von beyden Polen zugleich angezogen, und wird folglich mit einer sehr grossen Kraft daran fest halten. Um diese vereinte Kraft, die der Magnet ausübt, zu kennen, hängt man in der Mitte des Trägers E ein Gewicht P an, das man so lange vermehrt, bis der Magnet es nicht mehr zu halten im Stande ist, und alsdenn sagt man, dieses Gewicht halte der magnetischen Kraft des Magnets die Wage: also werden Ew. Hoheit es verstehen, wenn man sagt, dieser Magnet trägt zehn Pfunde, ein andrer dreyßig Pfunde u. s. w. Auch giebt man vor, Mahomeds Sarg werde durch die Kraft eines Magnets getragen, welches nicht ohnmöglich seyn würde, da man schon künstliche Magnete verfertiget hat, die über hundert Pfund tragen.

Ein mit seinem Träger versehener Magnet läßt von der magnetischen Materie nichts entwischen; selbige vollendet ihren Wirbel ganz innerhalb dem Magnete und dem Eisen, so daß nichts davon in die Luft entwischet. Also, da der Magnetismus seine Kraft nur in soweit ausübt, soweit die magnetische Materie oder ihr Wirbel aus einem Körper in den andern übergeht, so sollte ein solcher Magnet, dessen Wirbel eingeschlossen ist, nirgends eine magnetische Kraft ausüben: indeß, wenn man ihn auf dem Blech in a mit der Spitze einer Nadel berührt, so wird man doch daselbst eine starke Anziehung fühlen: der Grund hievon ist: weil die magnetische Materie genöthigt war, unbequem ihre Richtung zu ändern, um in die Kanäle des Magnets einzutreten, so findet sie jetzt einen bequemern Weg, indem sie die Nadel durchläuft, und dadurch wird sie an das Blech aa angezogen. Aber eben dadurch wird der Wirbel inwendig in Unordnung gebracht, und fließt nicht mehr so häufig in die Füße; und wenn man das Blech mit vielen Nadeln berührt, oder wenn man stärkere eiserne Lineale daran hält, so wird

wird man den durch die Füsse gehenden Strom gänzlich zerstören, und die Kraft, die den Träger anzieht, wird verschwinden, so daß man den Träger sehr leicht davon wird abnehmen können. Hieraus erkennt man, daß die Füsse gerade so viel von ihrer magnetischen Kraft verlieren, als der Magnet anderwärts Kraft ausübt, und hieraus kann man viele ausserordentliche Erscheinungen erklären, die ohne diese Theorie schlechterdings unauflöslich seyn würden.

Hier ist der Ort, wo man den Versuch anführen muß, der uns lehret, daß man, nachdem einem Magnet sein Träger ist angedrückt worden, das Gewicht, das er zu tragen fähig ist, von Tag zu Tag vermehren kann, und daß er zuletzt ein Gewicht tragen wird, das öfters das erstere, so er getragen hat, zweymal übersteigt. Es ist also nöthig zu zeigen, wie mit der Zeit die magnetische Kraft in den Füssen der Einfassung grösser werden könne. Nun aber lehrt uns der oben angeführte Fall über die Verwirrung des Wirbels, daß, sobald man den Träger angedrückt hat, der Strom der magnetischen Materie annoch ziemlich unordentlich sey, und daß ein guter Theil davon noch durch das Blech b b entwische, auch daß sie sich erst mit der Zeit magnetische Kanäle durch das Eisen bahnen müsse; es ist wahrscheinlich, daß, wenn der Strom ungehinderter worden ist, in dem Magnete selbst sich neue bilden werden, weil er neben seinen festen Kanälen noch bewegliche Poren wie das Eisen enthält. Aber, sobald man den Träger losreißt, wodurch der Strom verwirrt, und diese neue Kanäle größtentheils zerstört werden, so wird die Kraft plötzlich wieder so klein, als sie zu Anfang gewesen, und man muß von neuem einige Zeit warten, bis diese Kanäle samt dem Wirbel wieder in ihren vorigen Stand gestellt sind. Ich hatte vormals einen solchen künstlichen

Magnet

Magnet verfertiget, der anfangs nur zehn Pfunde trug, und nach einiger Zeit war ich sehr erstaunt, als ich sah, daß er mehr als dreyßig Pfund trug. Uebrigens bemerkt man dieß vornehmlich an den künstlichen Magneten, daß die Zeit allein sie sehr beträchtlich verstärkt, daß aber auch die Vermehrung der Kraft nur so lange dauert, als man den Träger nicht davon losreißt.

den 21sten November 1761.

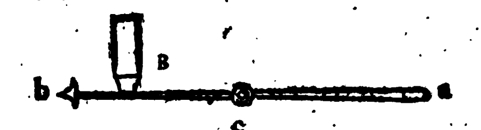
Hundert und drey und achtzigster Brief.

Nachdem ich Ew. Hoheit die Natur der Magnete überhaupt zu erklären die Ehre gehabt, so bleibt mir noch ein so seltsamer als wichtiger Punkt übrig, der die Weise betrift, wie man dem Eisen und vornehmlich dem Stahle die magnetische, und so gar die höchstmögliche Kraft mittheilet.

Ew. Hoheit haben gesehen, daß, wenn man Eisen in den Wirbel eines Magnets legt, dasselbe eine magnetische Kraft erlangt, die aber beynahe ganz verschwindet, so bald man es von dem Magnete entfernt, und daß der bloße Wirbel der Erde im Stande ist, dem Eisen mit der Zeit eine leichte magnetische Kraft mitzutheilen; nun da der Stahl härter ist als das Eisen, so ist er für diese Wirkung eines magnetischen Wirbels fast ganz unempfindlich, es braucht stärkere Wirkungen, um ihn magnetisch zu machen, aber alsdenn behält er auch diese magnetische Kraft weit länger bey.

Zu diesem Ende muß man seine Zuflucht zum Streichen und sogar zum Reiben nehmen: ich werde also damit anfangen, daß ich erkläre, welcher Weise man sich ehedem bedient hat, um die Nadeln, deren man sich in den Kompassen bedient, magnetisch zu machen; diese ganze Operation bestand einzig darinn, daß man sie an einem

einem Pole eines sehr guten nackten oder bewafneten Magnetes strich.

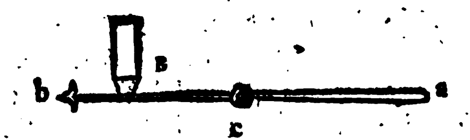


Man legte die Nadel abc auf einen Tisch, und strich mit dem Pole B des Magnetes über b gegen a weg, und wenn man zum Ende a gekommen war, hob man den Magnet ziemlich in die Höhe und brachte ihn durch die Luft wieder in b, man wiederholte diese Operation mehrere mahl hinter einander, und nahm sich dabey immer wohl in Acht, daß der andre Pol des Magnets der Nadel nicht nahe komme, weil er alles verderben würde. Nachdem man den Pol B des Magnets etlichemahl über die Nadel weg von b nach a gestrichen, so wird man sehen, daß die Nadel magnetisch geworden, und daß das Ende b der Pol gleiches Namens mit dem Pole des Magnets seyn wird, mit dem man gestrichen hat. Also, wenn man will, daß das Ende b der Nordpol werde, so muß man mit dem Nordpole des Magnets von b gegen a streichen; wollte man aber mit dem Südpole des Magnets streichen, so müßte man ihn beym Ende a ansetzen und gegen dem Ende b hinüberfahren.

Diese Weise zu reiben oder zu streichen heißt der einfache Strich, weil man nur mit einem einzigen Pole streicht; allein, sie ist sehr mangelhaft und theilt der Nadel nur wenig Kraft mit, wenn gleich der Magnet sehr vortreflich wäre; auch schlägt sie nicht an, wenn der Stahl auf den höchsten Grad von Härte gebracht ist,

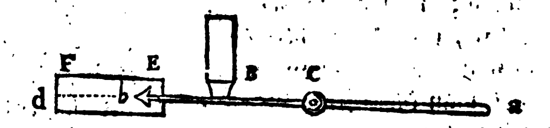
wäre, welches doch für die Beybehaltung der magnetischen Kraft der allerbequemste Zustand seyn würde. Ew. Hoheit können die Mängel dieser Weise mit dem einfachen Striche selbst gar leicht beurtheilen.

Wir wollen annehmen, B sey der Pol des Magnets, wo die magnetische Materie herausgeht, weil die Wirkungen der beyden Pole so ähnlich sind, daß es unmöglich ist, den geringsten Unterschied dabey zu bemerken; nachdem man den Pol auf das Ende b der Nadel gelegt hat, dringt die magnetische Materie mit aller der Schnelligkeit hinein, mit der sie sich in dem Magnete bewegt, und die ungemein viel grösser ist, als die Geschwindigkeit des Wirbels, der ausser dem Magnete in der Luft ist; aber was wird aus dieser Materie in der Nadel werden? durch das Ende b kann sie nicht ausgehen, sie wird sich also bemühen, durch die Nadel gegen a durchzudringen, und der Pol B wird, indem er nach der nämlichen Seite hin geht, diese Bemühungen begünstigen; allein, sobald der Pol B nach a gekehret ist, wird die Schwierigkeit, durch das Ende a auszugehen, entgegengesetzte Bemühungen verursachen, wodurch die magnetische Materie von a nach b getrieben wird; und bevor die erste Wirkung gänzlich zernichtet ist, kann diese nicht statt haben. Nachgehends wenn man den Pol B von neuem auf das Ende b bringt, zerstört man diese letzte Wirkung wieder, ohne jedoch einen von b nach a zurückelaufenden Strom hervorzubringen, und folglich, wenn der Pol B über c hinaus gegen a gekommen ist, wird er weit leichter einen Strom von a nach b hervorbringen, besonders wenn man auf die Hälfte ca stärker drückt: woraus klar ist, daß die Nadel nur wenig magnetische Kraft erlangen kann.



Einige bestreichen auch nur die Hälfte c a, indem sie von c nach a hin fahren, und andere streichen nur das Ende der Nadel a mit dem Pole B des Magnets, und zwar beynahe mit dem nämlichen Erfolge. Allein, es ist augenscheinlich, daß die magnetische Materie, die nur zu dem einzigen Ende a eingeht, nicht im Stande ist, kräftig genug auf die Poren der Nadel zu wirken, um sie der magnetischen Natur gemäß in Ordnung zu bringen, und daß die Kraft, die ihr auf diese Art eingedrückt wird, sehr klein, und sogar nichts seyn muß, wenn der Stahl wohl gehärtet ist.

Nun deucht mir, man könnte diesen Mängeln des einfachen Striches auf eine Weise abhelfen, an deren Erfolg ich gar nicht zweifele, ob ich gleich sie noch nicht probiret habe, weil andere ähnliche Versuche mich davon versichern.



Ich wollte das Ende b der Nadel in ein Linial von weichem Eisen E F einfassen; und ich glaube, es würde sehr wohl gethan seyn, wenn dieses Linial sehr dünne, und so schmal als möglich, gemacht würde; aber das Ende muß vollkommen wohl darin liegen, und sogar in einer wohl zugepaßten Vertiefung eingefaßt seyn.

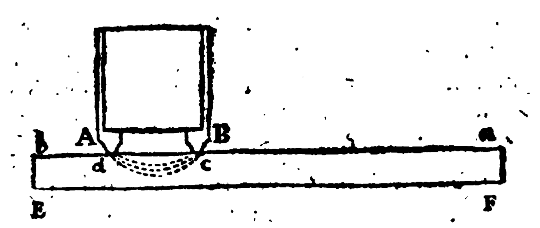
Wenn

Wenn man den Pol B des Magnets auf das Ende b der Nadel setzt, so wird die magnetische Materie, die hineindringt, weil sie beynahe keine Schwierigkeit findet das eiserne Linial zu durchstreichen, sogleich ihren Lauf nach der Richtung b d nehmen, und so, wie der Pol gegen a fortrückt, so hat die magnetische Materie, um diesen Lauf fortzusetzen, weiter nichts zu thun, als die Poren zu ordnen, auf welche sie unmittelbar wirkt; und wenn man bis in a hingekommen seyn wird, so werden alle oder wenigstens die meiste Poren schon nach dieser Richtung angeordnet seyn. Hernach wenn man wieder anfängt das Ende b zu streichen, so zerstört man nichts, sondern man fährt fort, den Strom der magnetischen Materie vollkommener zu machen, nach der nämlichen Richtung b d, indem man auch diejenigen Poren in Ordnung bringt, die der ersten Operation widerstanden haben, und also werden die magnetischen Kanäle in der Nadel je länger je vollkommener werden. Nun werden einige Striche des Pols B zu dieser Absicht zureichend seyn, wofern der Magnet nicht sehr schwach ist: und ich zweifle nicht, der bestgehärtete oder so hart als möglich gemachte Stahl werde dieser Methode nachgeben; welches für die Verfertigung der Kompasse ein grosser Vortheil ist, weil man bemerkt hat, daß die gemeinen Nadeln oft durch einen leichten Zufall alle ihre magnetische Kraft verlieren, welches die Schiffe den größten Gefahren aussetzen würde, wenn man nicht andere in Vorrath hätte. Wenn man aber die Nadeln aus wohl gehärtetem Stahl verfertigt, so hat man dergleichen Zufälle nicht zu besorgen, und so wie sie mehr Gewalt erfodern, um magnetisch gemacht zu werden, so behalten sie auch diese Eigenschaft mit mehrerem Nachdruck bey.

den 24sten November 1761.

Hundert und vier und achtzigster Brief.

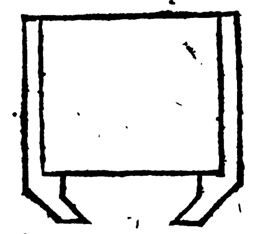
Statt dieser Methode, Eisen oder Stahl durch den einfachen Strich magnetisch zu machen, indem man sie mit einem einzigen Pole des Magnets strich, bedienet man sich heut zu Tage des doppelten Striches, wobey man mit beyden Polen zugleich streicht, welches mit einem eingefaßten Magnete leicht angeht.



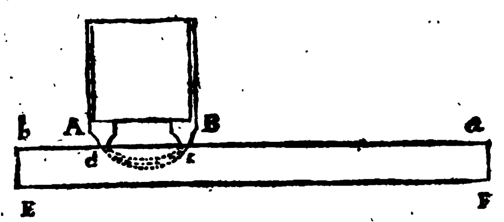
Es sey EF ein Stab von Eisen oder Stahl, den man magnetisch machen will; nachdem man ihn auf einem Tische wohl befestiget hat, setzt man die beyden Füsse A und B eines Magnets darauf. In diesem Zustande, sehen Ew. Hoheit leicht ein, daß die magnetische Materie, die durch den Fuß B aus dem Magnet geht, in den Stab eindringen wird, und sich in demselben auf alle Seiten vertheilen würde, wenn der Fuß A die in den Poren des Stabes enthaltene magnetische Materie nicht auf seine Seite anzöge. Dieses Erschöpfen in d wird also die Materie, die durch den Pol B eindringt, bestimmen, ihren Lauf von c nach d zu nehmen, wofern die zween Pole A und B nicht zu weit von einander entfernt sind. Alsdenn wird sich der magnetische Strom in dem Stabe einen Weg bahnen, um von dem Pole B in den Pol A hinüber zu gehen, indem sie die Poren in demselben so ordnet, daß sie magnetische Kanäle formiren. Es ist gar leicht,

sicher

sicher zu erfahren, ob diese Wirkung erfolgt; man darf nur zusehen, ob der Magnet fest an den Stab angezogen wird, welches niemalen ausbleibt, wenn der Stab aus weichem Eisen besteht, weil die magnetische Materie ihn leicht durchdringt. Aber, wenn der Stab aus Stahl besteht, so ist die Anziehung oft sehr gering, welches alsdenn ein Zeichen ist, die magnetische Materie sey nicht im Stande, sich einen Durchgang von e nach d zu eröffnen, woraus man den Schluß macht, entweder der Magnet sey zu schwach, oder der Raum zwischen seinen beyden Polen sey zu groß: in diesem Falle müßte man also einen andern entweder stärkern Magnet, oder dessen Füsse näher beysammen sind, gebrauchen, oder endlich die Einfassung auf diese Weise abändern:



Ich werde aber in kurzem die Ehre haben, andere Mittel vorzuschlagen, um dieser Schwierigkeit abzuhelfen.



Nachdem nun die Poren in dem kleinen Zwischenraume cd dem Magnetismus gemäß eingerichtet sind, so darf man nur den Magnet einigemal über den

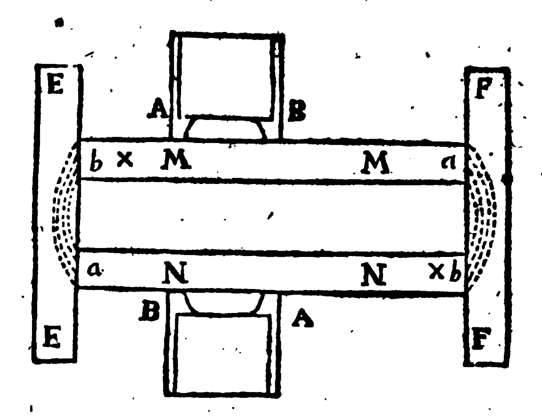
Stab von einem Ende zum andern hin und her streichen, und ihn nicht wegnehmen, bis man gewahr wird, daß die Anziehung nicht mehr zunimmt: denn dieß ist ein gar sicherer Grundsatz, daß die Anziehung in dem Maaße wächst, wie die magnetische Kraft vermehrt wird. Durch diese Operation wird der Stab EF magnetisch werden, so daß das Ende E, gegen welches der Pol A gekehrt war, der Freund-Pol von A, und folglich gleiches Namens mit dem andern Pole B seyn wird. Nachgehends, wenn man den Magnet wegnimmt, so wird, weil durch die ganze Länge des Stabes magnetische Kanäle gebildet sind, die in der Luft zerstreute magnetische Materie diese Kanäle durchströmen, und aus dem Stab einen wahren Magnet machen. Sie wird durch das Ende a hinein und zu dem Ende b herausgehen, von dannen wird wenigstens ein Theil in a zurückkehren, und je nach dem es die Figur des Stabes gestattet, einen Wirbel formiren.

Bey dieser Gelegenheit bemerke ich, daß die Bildung eines Wirbels zur Vermehrung der magnetischen Kraft schlechterdings nothwendig ist; denn wenn alle magnetische Materie, die durch das Ende b ausgeht, entwischte und sich gänzlich zerstreute, ohne in a zurück zu kehren, so würde die Luft nicht zureichen, dem andern Ende a genug hievon herzugeben, und dieses würde die magnetische Kraft vermindern. Wenn aber ein guter Theil von derjenigen, die durch das Ende b ausgeht, in a zurückkehrt, alsdenn ist die Luft wohl hinlänglich, das übrige und vielleicht noch mehr herzugeben, wenn die magnetischen Kanäle des Stabes im Stande sind, es aufzunehmen; in diesem Falle also wird der Stab eine weit grössere magnetische Kraft erlangen.

Diese Betrachtung führt mich darauf, Ew. Hoheit vor Augen zu legen, auf was Weise man die magneti-

sche

sche Materie in den magnetisch gemachten Stäben verwahren kann. Da es darauf ankömmt, zu verhindern, daß sie im durchströmen sich nicht in der Luft zerstreue, so legt man diese gleich grosse Stäbe immer Paarweise. Man legt sie in eine parallele Lage auf einen Tisch, so daß die Pole, die Freunde oder verschiedenen Namens sind, alle nach der nämlichen Seite gekehrt seyn, wie hier die Figur zeigt.



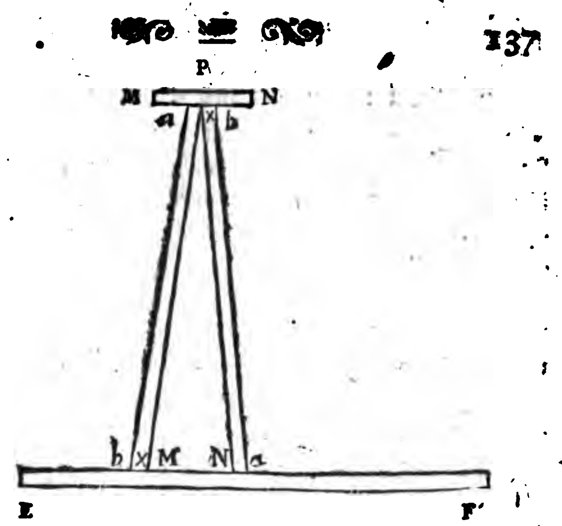
MM und NN stellen die zween Stäbe vor, deren gefreundte Pole a wie b und b wie a gerichtet sind. Damit man sich nicht irre, macht man gleich Anfangs auf jeden Stab ein Zeichen etwan x auf das Ende, wo der Nordpol ist, und befestiget auf jeder Seite ein Stück weiches Eisen EE und FF, um den magnetischen Strom aufzunehmen. Auf diese Weise geht alle magnetische Materie, die den Stab MM durchströmt und durch das Ende b ausgeht, in das Stück Eisen EE hinüber und öfnet sich in demselben leicht den Weg, um in das andre Ende a des andern Stabes NN überzugehen, von wannen sie durch das Ende b in das andre Stück Eisen FF eintreten wird, welches

ſie durch das Ende a in den erſten Stab MM zurück-führet. Und ſo wird die magnetiſche Materie zu cir-culiren fortfahren, ohne daß das geringſte entwiſche; und wenn gleich im Anfange nicht genug vorhanden wäre, um den Wirbel voll zu machen, ſo wird die Luft das übrige hergeben, und der Wirbel wird in den zween Stäben ſeine ganze Stärke behalten.

Auch kann man dieſe Lage der beyden Stäbe gleich Anfangs gebrauchen, um beyde zugleich magnetiſch zu machen. Man darf nur die zween Pole eines Mag-nets über die beyden Stäbe wegſtreichen, indem man von dem einen zum andern über die Stücke Eiſen hin-fährt, und auf dieſe Weiſe darf man nur verſchiedene mahl rings um fahren, nur muß man dabey beobachten, daß die zween Pole des Magnets A und B ſo gekehrt ſeyn, wie die obige Figur anzeigt.

Dieſe Weiſe, zween Stäbe zugleich magnetiſch zu machen, wird unſtreitig wirkſamer ſeyn, als die vorher-gehende, weil von dem erſten Umgang an, den man mit dem Magnete gemacht haben wird, die magnetiſche Materie anfangen wird, vermittelſt der zwey Stücken Eiſen, durch die zween Stäbe zu fließen. Hernach, indem man fortfährt, den Magnet über die beyden Stäbe wegzuſtreichen, wird man eine gröſſere Menge Poren, dem Magnetiſmus gemäß, zurichten und viele magnetiſche Kanäle in demſelben eröffnen, wodurch der magnetiſche Wirbel je länger je ſtärker wird, ohne daß er einige Verringerung zu erdulden hätte. Wenn die Stäbe dicke ſind, ſo iſt es dienlich, ſie umzuwen-den, und auch auf den andern Seiten auf die nämliche Weiſe zu ſtreichen, damit die magnetiſche Kraft ſie ganz durchdringe.

Wenn



Wenn man dergleichen magnetische Stäbe MM, NN schon hat, so kann man sich ihrer statt eines natürlichen Magnets bedienen, um andre damit magnetisch zu machen. Man fügt sie oben zusammen, so daß die zween gefreundete Pole ab einander berühren, und unten stellt man die beyden andern gefreundete Pole b und a so weit aus einander, als man gut findt; hernach streicht man mit den zwey untern Enden, die statt der zween Pole eines Magnets dienen, zween andere Stäbe EF auf oben S. 136 erklärte Weise.

Da diese zween Stäbe in Form eines Zirkels zusammengefügt sind, so hat man die Bequemlichkeit, sie so wenig zu öffnen, als man will, welches bey einem Magnete nicht angeht; oben nun, wo die Stäbe einander berühren, wird der magnetische Strom leicht von dem einen in den andern übergehen; auch könnte man noch ein kleines Stück weiches Eisen P daran setzen, um diesen Strom besser zu unterhalten; und auf diese Weise wird man so viele doppelte Stäbe, als man nur will, sehr geschwind magnetisch machen.

den 28sten November 1761.

Hundert und fünf und achtzigster Brief.

Obgleich diese Manier, mit doppeltem Striche magnetisch zu machen, der vorhergehenden vorzuziehen ist, so läßt sich dennoch die magnetische Kraft nicht über einen gewissen Grad hinaus treiben. Man bediene sich eines natürlichen Magnets, oder zweyer magnetischen Stäbe, um andere Stäbe zu streichen, diese werden niemal so viel Kraft als jene erlangen; die Wirkung wird niemals grösser als die Ursache seyn.

Wenn die Stäbe, womit man streicht, wenig Kraft haben, so werden die andern, die damit gestrichen werden, noch weniger haben; der Grund hievon ist einleuchtend: denn so wie Stäbe, die gar keine magnetische Kraft besitzen, auch in andern keine hervorbringen können, so ist auch eine kleine magnetische Kraft nicht im Stande, eine grössere hervorzubringen, wenigstens nicht durch die so eben beschriebene Methode.

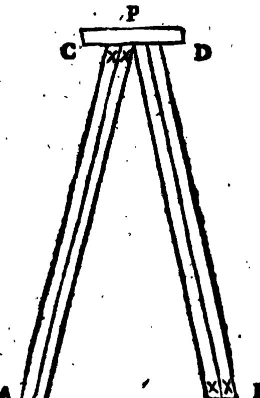
Allein, dieser Grundsatz muß nicht in so strengem Sinne genommen werden, als ob es schlechterdings unmöglich wäre, mit Hülfe einer kleinern eine grössere magnetische Kraft hervorzubringen. Ich werde die Ehre haben, Ew. Hoheit eine Methode zu erklären, durch welche man im Stande ist, die magnetische Kraft fast so weit, als man will, von der schwächesten Kraft an zu verstärken. Es ist dieß eine Entdeckung der neuesten Zeiten, die um so viel mehr Aufmerksamkeit verdient, da sie uns über die Natur des Magnets ungemein viel mehr Licht giebt.

Wir wollen also annehmen, man habe im Anfange nur einen sehr schwachen Magnet, oder auch in Ermangelung eines natürlichen Magnets, Stäbe von Eisen, die nur allein durch den Wirbel der Erde ein wenig magnetisch gemacht worden, wie ich die Ehre gehabt, Ew. Hoheit in meinen vorigen Briefen vor Augen zu

legen.

legen. Alsdenn schaffe man sich acht Stäbe von Stahl an, die nur sehr klein und nicht gehärtet sind, damit sie die geringe magnetische Kraft leichter annehmen, die ihnen der schwache Magnet oder die magnetische Stäbe mitzutheilen im Stande sind, wenn man jegliches Paar auf die oben erklärte Weise streicht.

Wenn man nun vier Paar solcher auch nur ein wenig magnetischer Stäbe hat, nehme man zwey Paar davon und verbinde sie so zusammen, wie diese Figur zeiget, nämlich:



Aus zween Stäben, die man mit den Polen gleiches Namens an einander legt, macht man nur einen von doppelter Dicke, und alsdenn formirt man den Zirkel aus den zween doppelten Stäben AC und BD, die sich oben in CD berühren, allwo man, um den magnetischen Strom besser zu unterhalten, ein Stück weiches Eisen P ansetzen kann. Unten stellet man desselben Füsse, so weit man für dienlich hält, auseinander und streicht damit die andern Paar eins nach dem andern, die dadurch mehr Kraft als zuvor erlangen werden, weil zwey Paar ihre Kräfte darinn vereinigen. Nunmehr

mehr darf man nur diese erst gestrichene zwey Paar auf gleiche Weise zusammen binden, und die zwey andern Paar, derer man sich das erstemal zum Streichen bedienet hatte, eins ums andere damit streichen, so wird dieser ihre Kraft beträchtlich vermehrt werden. Hernach binde man diese zwey Paar wieder zusammen, und streiche die andern noch einmal, damit ihre magnetische Kraft vermehrt werde, und so fahre man fort zwey Paar mit den zwey andern zusammengebundenen wechselsweise zu streichen. Durch diese Operation wird man sie in kurzem auf einen solchen Grad von Stärke bringen, der keiner weitern Vermehrung fähig seyn wird, wenn man sie gleich noch weiter fortsetzen wollte. Hat man mehr als vier Paar dergleichen Stäbe, so kann man auch, statt zweyer Paaren, drey Paare zusammenbinden und hernach die andern damit streichen: durch dieses Mittel wird man sie geschwinder auf den höchsten Grad steigen machen.

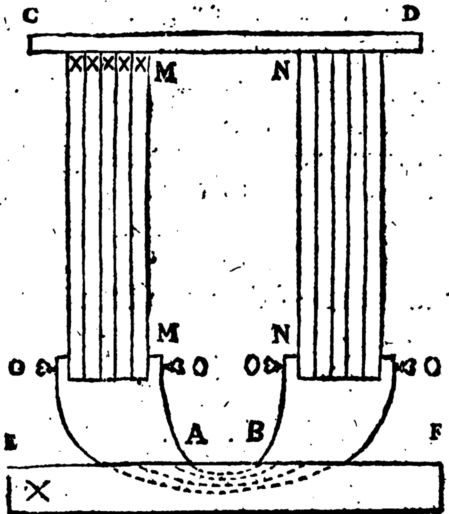
Nunmehr sind die größten Hindernisse überstiegen, und nun kann man vermittelst dieser Stäbe, indem man zwey oder auch mehrere Paare mit einander vereiniget, andere aus gut gehärtetem Stahle verfertigte damit streichen, die entweder von der nämlichen Grösse, oder auch grösser als die erstern sind, und auf diese Weise wird man auch diesen die größte magnetische Kraft mittheilen, der sie fähig sind.

Wenn man mit Stäben anfängt, die nicht grösser sind, als ich sie hier beschrieben habe, so kann man diese Operationen allmählig bis zu Stäben von ungeheurer Grösse treiben, die aus gut gehärtetem Stahle verfertigt sind, worinn die magnetische Kraft der Zerstörung am wenigsten ausgesetzt ist. Nur muß man in Acht nehmen, daß, wenn man grosse Stäbe streichen will, man so viele streichende Paare zusammen binde, die wenigstens zweymahl schwerer sind, als das Gewicht eines grossen

Sta-

Stabes. Allein, es wird immer besser seyn, wenn man stufenweise geht, und jede Gattung von Stäben mit andern, die nicht viel kleiner sind, streicht, wobey es genug seyn würde, zwey Paar zusammen zu binden; denn wenn man genöthigt ist, mehrere Paare zusammen zu binden, so wird an den Enden, womit man streicht, die Summe ihrer Oberflächen zu groß seyn; und selbst die magnetische Materie, die da durchgeht, wird in ihrer Richtung irre werden, da sie senkrecht in den Stab eindringt, anstatt daß sie horizontal eindringen sollte.

Um diese Abänderung der Richtung zu erleichtern, ist es dienlich, daß die magnetische Materie durch einen kleinen Zwischenraum darein geleitet werde, und daß sie schon eine Richtung habe, die derjenigen, die sie inner dem gestrichenen Stabe nehmen muß, nahe komme; ich glaube, man würde auf folgende Weise in dieser Absicht fortkommen.



Die

Die beygefügte Figur stellet fünf Paar MM NN an einander gefüget vor, aber nicht in Form des Zirkels. Oben ist ein Stab von weichem Eisen CD, um den Wirbel zu unterhalten; unten streiche ich nicht unmittelbar mit den Enden der Stäbe, sondern ich fasse auf jeder Seite diese Ende in einen Fuß von weichem Eisen ein und befestige sie darinn durch einige Schrauben O. Jeder Fuß ist unten in AB gebogen, so daß die Richtung der magnetischen Materie, die diese Füsse frey durchläuft, sich der horizontalen schon um viel nähert, und daß sie in dem zu streichenden Stabe EF nicht nöthig hat, ihre Richtung um vieles zu ändern. Vermittelst dieser Füsse, zweifle ich keinesweges, der Stab EF werde eine weit grössere magnetische Kraft erlangen, als wenn man ihn unmittelbar mit den Enden der Stäbe striche, deren Dicke und senkrechte Richtung der Bildung der magnetischen Kanäle in dem Stabe EF natürlich im Wege stehen: auch kann man, nach dieser Methode, die äussersten Ende der Füsse A und B nach Gutbefinden nähern oder entfernen.

Endlich muß ich nicht vergessen anzumerken, daß, wenn diese Stäbe mit der Zeit von ihrer magnetischen Kraft verlieren, man sie durch die nämlichen Operationen leicht wieder herstellen kann.

den 1sten December 1761.

Hundert und sechs und achtzigster Brief.

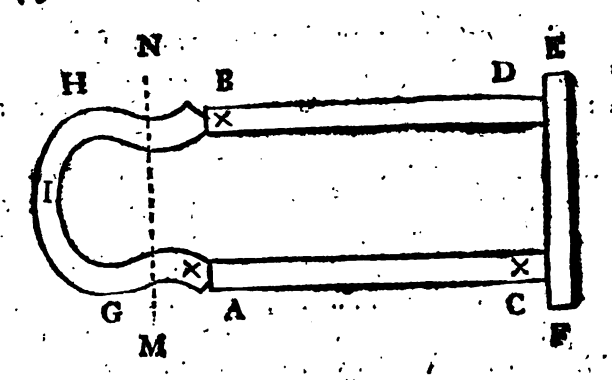
Wer Versuche über den Magnetismus anstellen will, der muß mit einer grossen Anzahl solcher magnetischen Stäbe, von dem kleinsten an bis zum größten, versehen seyn, deren jeder als ein besonderer Magnet angesehen werden kann, weil er seine zween Pole, den Nord- und Süd-Pol hat.

Ew.

Ew. Hoheit werden sehr merkwürdig finden, daß man, vermittelst der allergeringsten magnetischen Kraft entweder eines ganz schlechten natürlichen Magnets, oder einiger Feuerzangen aus dem Kamin, die durch die Zeit ein wenig magnetisch geworden sind; im Stande ist, diese Kraft je länger je mehr zu vergrössern, so sehr, daß man den größten stählernen Stäben den höchsten Grad von magnetischer Kraft, dessen sie nur fähig sind, mittheilen kann. Es würde überflüßig seyn hinzuzufügen, daß man durch diese Methode die besten Magnetnadeln verfertigen kann, nicht nur viel grössere als die gewöhnlichen, sondern auch aus dem bestgehärteten Stahle, welcher sie noch dauerhafter macht. Jetzt werde ich etwas über die Verfertigung der künstlichen Magnete sagen, die mehrentheils die Gestalt eines Hufeisens haben, wie Ew. Hoheit sich erinnern werden, gesehen zu haben.

Diese künstlichen Magnete leisten uns in allen Gelegenheiten die nämlichen Dienste wie die natürlichen, und verschaffen uns überdieß den Vortheil, daß wir noch weit stärkere haben können, wenn wir ihnen eine hinlängliche Grösse geben. Man macht sie aus wohl gehärtetem Stahle, und die Gestalt eines Hufeisens scheint die bequemste zu Unterhaltung des Wirbels. Wenn das Stück fertig ist, dann theilt man ihm die magnetische Kraft, und zwar die größte, der es fähig ist, vermittelst der magnetischen Stäbe erst mit, deren Verfertigung ich erklärt habe. Man begreift leicht, daß je grösser ein solcher Magnet ist, je grössere Stäbe man dazu gebrauchen müsse, und das ist der Hauptgrund, warum man mit allen Arten von Stäben versehen seyn muß.

Um



Um also ein solches Hufeisen HIG, das aus wohl gehärtetem Stahle verfertiget seyn muß, magnetisch zu machen, legt man ein Paar magnetische Stäbe AC und BD mit ihren Trägern von weichem Eisen, an beyden Seiten befestigt, auf den Tisch; die Figur stellt uns einen solchen Träger EF vor, der andere ist weggenommen worden, als man die Füsse des Hufeisens angesetzt hat, wie man in der Figur sieht. In diesem Zustande wird die magnetische Materie, die durch die Stäbe läuft, sich bemühen, in das Hufeisen hinüber zu gehen, allein, wegen der Härte des gehärteten Stahls wird sie nicht zureichend seyn, die Poren zu ordnen und sich einen Weg zu bahnen. Man muß also das nämliche Mittel anwenden, dessen man sich zum magnetisch-machen der Stäbe bedient. Man nimmt einen aus einem Paar magnetischer Stäbe gebildeten Zirkel, und läßt ihn auf die nämliche Weise über das Hufeisen hinstreichen, indem man die Füsse des Zirkels den Polen des Hufeisens gemäß dreht; auf diese Weise wird man die magnetischen Kanäle in demselben öffnen, und die subtile Materie der Stäbe wird, indem sie es durchströmt, den magnetischen Wirbel formiren. Allein, bey dieser Verrichtung muß man wohl

in

in Acht nehmen, daß die Füsse des Zirkels, indem man sie über das Hufeisen streicht, die Ende A und B der Stäbe nicht berühren; dieß würde den Strom der magnetischen Materie verwirren, sie würde unmittelbar aus den Stäben in die Füsse des Zirkels übergehen, oder auch die Wirbel der Stäbe und des Zirkels würden einer den andern in Unordnung bringen.

Durch diese Operation wird das Hufeisen eine grosse magnetische Kraft erlangen, weil es von einem sehr vollen magnetischen Strom durchflossen wird, dergestalt, daß es jetzt nur darum zu thun ist, daß man es von den Stäben losreisse, ohne daß der Strom in denselben in Unordnung gebracht werde. Wenn man es plötzlich losreissen wollte, so würde der magnetische Wirbel zerstört, und unser künstliche Magnet würde nur sehr wenig Kraft behalten; eben das entdeckt uns auch die Natur des Magnetismus.

Denn da die magnetischen Kanäle sich nur so lange erhalten, als die magnetische Materie sie wirklich durchströmt, so schließen wir hieraus, die geringsten Theilgen, die durch ihre Zwischenräumgen diese Kanäle formiren, befinden sich in einem gewaltsamen Zustande, der sich nur so lange erhält, als die Kraft des Wirbels darauf wirkt, und sobald diese Kraft aufhört, so werden dieser Theilgen, vermöge ihrer Federkraft, um ein wenig von ihrer Lage abweichen, und die magnetischen Kanäle werden plötzlich unterbrochen und zerstört werden. Wir sehen dieses sehr deutlich an dem weichen Eisen, dessen Zwischenräumgen sich, bey Annäherung eines magnetischen Wirbels, gar bald in Ordnung legen; aber so bald man ihn wieder entfernt, beynahe keine magnetische Kraft beybehalten; welches hinlänglich beweist, daß die Zwischenräumgen des Eisens leicht beweglich, aber zu gleicher Zeit mit einer Schnellkraft versehen sind, die

ihre Lage sobald verändert, als die Kraft aufhört. Nur nach einer sehr langen Zeit setzen sich einige Zwischenräumungen in derjenigen Lage fest, die ihnen durch die magnetische Kraft ist eingedrückt worden, und dieß geschieht fürnehmlich in den eisernen Stäben, die lange Zeit dem Wirbel der Erde ausgesetzt sind. Der Stahl hat zwar seine weniger biegsame Zwischenräumungen und die sich in demjenigen Stande, zu welchem sie sind gezwungen worden, besser erhalten, aber sie sind dennoch, je weicher der Stahl ist, einiger Unordnung unterworfen, sobald die Kraft aufhört, auf sie zu wirken. Dieses ist auch der Grund, warum die künstlichen Magnete aus sehr gut gehärtetem Stahle verfertigt seyn müssen; machte man sie aus Eisen, so würden sie zwar bald eine sehr grosse Kraft erlangen, so lange sie an den magnetischen Stäben befestigt wären, aber alle Stärke würde auch in eben dem Augenblicke verschwinden, in welchem man sie davon losmachte. Eben darum muß man auch einige Vorsichtigkeit gebrauchen, wenn man die Stäbe von den aus wohl gehärtetem Stahle verfertigten Magneten losmacht. Zu diesem Ende legt man, ehe man sie davon losmacht, ihre aus sehr weichem Eisen gemachte Träger nach der Linie MN darauf, wobey man sich in Acht nimmt, daß der Träger die Stäbe nicht berühre, welches alles verderben und uns nöthigen würde, das Werk wieder von vorne anzufangen. Alsdenn wird ein guter Theil der magnetischen Materie, die in dem Magnet GHI umläuft, ihren Weg durch den Träger nehmen und einen besondern magnetischen Wirbel formiren, der sich auch nach der Trennung noch erhalten wird.

K Nach-

I

G H

M N

P

Nachgehends schiebt man den Träger langsam über die Füsse des Magnets bis an die Enden, wie man aus beygefügter Figur sieht, und in diesem Zustande läßt man ihn eine Zeitlang ausruhen, damit der magnetische Wirbel sich je mehr und mehr befestige. Man beschwert auch den Träger mit einem Gewichte P, das man alle Tage vermehren kann, und man begreift ebenfalls leicht, daß der Träger so zugepaßt seyn muß, daß er die Füsse des Magnets vollkommen berühre.

den 5ten December 1761.

Hundert und sieben und achtzigster Brief.

Ich glaube, daß die Wunder der Dioptrik allerdings verdienen, die Aufmerksamkeit Ew. Hoheit zu beschäftigen. Die Dioptrik giebt uns zweyerley aus Glas zusammengesetzte Instrumente in die Hand, welche dazu dienen, unser Gesicht zu stärken, um Gegenstände zu entdecken, die dem bloßen Auge entwischen würden.

Es giebt zween Fälle, wo unser Gesicht einer Hülfe bedarf: der erste ist, wenn die Gegenstände zu weit von uns entfernt sind, als daß wir sie deutlich sehen könnten, als z. E. die Himmelskörper, in Ansehung welcher man durch Beyhülfe dioptrischer Instrumente die wichtigsten Entdeckungen gemacht hat. Ew. Hoheit werden sich noch wohl desjenigen erinnern, was ich Denenselben über die Trabanten des Jupiters zu sagen die Ehre gehabt habe, welche uns auf die Entdeckung der Längen führen: sie sind nicht anders sichtbar, als durch Beyhülfe guter Ferngläser, und die Entdeckung der Trabanten des Saturns erfordert noch fürtreflichere.

Eben die Bewandniß hat es auch auf der Oberfläche der Erde mit den sehr weit entfernten Gegenständen, die man auf keine andere Art genau sehen und untersuchen kann, als durch Hülfe der Ferngläser, welche uns dieselben auf eben die Art vorstellen, als wenn wir sie in der Nähe sähen. Diese Ferngläser oder dioptrische Instrumente, deren man sich bedienet, um die sehr weit entfernten Gegenstände zu beobachten, werden auch Teleskope oder Seheröhre genennt.

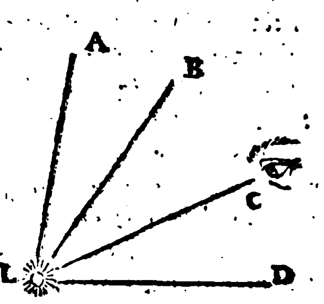
Der andere Fall, wo unser Gesicht einer Hülfe bedarf, ist, wenn die Gegenstände zwar nahe genug, aber zu klein sind, als daß wir alle ihre Theile genau unterscheiden könnten. Wenn man z. E. alle Theile

von

von dem Bein einer Fliege oder eines andern noch kleinern Insekts entdecken wollte: wenn es darauf ankäme, die kleinern Theile unsers eigenen Körpers zu untersuchen, als die Fibern, die kleinsten unserer Muskeln, unserer Nerven, so könnte man nie seinen Zweck erreichen, ohne die Beyhülfe gewisser Instrumente, die man Mikroskope nennt, welche uns die kleinen Gegenstände auf eben die Art vorstellen, als wenn sie hundert und oft wohl tausendmal grösser wären.

Dies sind also die beyden Arten von Instrumenten, die Teleskope und die Mikroskope, mit denen die Dioptrik der Schwäche unsers Gesichts zu Hülfe kömmt. Erst seit einigen Jahrhunderten sind diese Instrumente erfunden, und eben seit dieser Zeit hat man auch erst die wichtigsten Entdeckungen gemacht, in der Astronomie durch die Teleskope und Ferngläser, und in der Physik durch die Mikroskope.

Alle diese wunderbaren Wirkungen sind blos durch eine gewisse Figur, die man einem Stücke Glas giebt, und durch eine glückliche Verbindung zweyer oder mehrerer solcher Gläser, die man Linsen nennet, hervorgebracht worden. Die Dioptrik ist die Wissenschaft, welche die Grundsätze davon in sich begreift, und Ew. Hoheit werden sich noch erinnern, daß sie hauptsächlich die verschiedenen Wege zum Gegenstande hat, welche die Lichtstrahlen nehmen, indem sie eine durchsichtige Masse von verschiedenem Bestande durchschneiden, indem sie z. E. aus der Luft in Glas oder Wasser, und umgekehrt, aus Glas oder Wasser in die Luft fallen.



So lange die Stralen in einem und demselben Raume fortgeleitet werden, als nemlich in der Luft, so verfolgen sie ihren Weg nach geraden Linien LA, LB, LC, LD, gezogen aus dem Lichtpunkt L, von dem diese Stralen ausgehen: und wenn ihnen etwas entgegenstößt, wie hier in C das Auge, so dringen sie hinein und mahlen daselbst ein Bild von dem Gegenstande, von dem sie ausgegangen sind. In diesem Falle heißt die Erscheinung einfach oder natürlich und stellt uns die Gegenstände vor, wie sie wirklich sind. Die Wissenschaft, welche uns die Grundsätze dieser Erscheinungsart erkläret, wird die Optik genennet.

Aber wenn die Lichtstrahlen, ehe sie in das Auge dringen, auf einer wohl polirten Oberfläche gebrochen werden, als z. B. in einem Spiegel, so ist die Erscheinung nicht mehr natürlich, weil wir in diesem Falle die Gegenstände anders, und an einem andern Orte sehen, als sie sich würklich befinden. Die Wissenschaft, welche die Gründe dieser Erscheinung, die durch die gebrochenen Stralen entsteht, beschreibet, wird die Catoptrik genannt. Sie giebt uns auch Instrumente an die Hand, welche die Fähigkeiten unsers Gesichts erhöhen können, und Ew. Hoheit sind die verschiedenen Instru-

strumente bekannt, welche durch den Gebrauch eines oder zweener Spiegel eben die Dienste leisten, die man von denen aus Glas zusammengesetzten Ferngläsern hat. Auch diese mit Spiegeln versehene Instrumente nennt man Teleskope: aber um sie von den gewöhnlichen Ferngläsern, welche blos aus Gläsern zusammengesetzt sind, zu unterscheiden, wäre es besser, wenn man sie reflectirende catoptrische Teleskope nennte. Dies wäre wenigstens genauer gesagt; denn der Name Teleskop ist schon im Gebrauch gewesen, ehe man noch die Spiegel-Instrumente entdeckt hatte, und bedeutete damals eben das, was man ein Fernglas nennt.

Ich habe den Vorsatz, Ew. Hoheit gegenwärtig blos mit den dioptrischen Instrumenten zu unterhalten, von denen es zwo Gattungen giebt, wie ich bereits anzumerken die Ehre gehabt habe, nemlich die Teleskope und die Mikroskope. Man bedienet sich zu den einen sowol als zu den andern gewisser verschiedentlich gestalteter Gläser, deren verschiedene Gattungen ich sogleich erklären werde. Hauptsächlich giebt es deren drey, deren Benennung man von der Figur, die man der Oberfläche des Glases giebt, entlehnt hat.

Die erste Figur ist die plane, wo die Oberfläche eines Glases platt ist, wie die Oberfläche eines gewöhnlichen Spiegels. Man nehme z. E. ein Stück von einem Spiegel, schabe das Quecksilber von der hintern Oberfläche desselben ab, so wird man ein Glas haben, dessen beyde Oberflächen platt sind, und das überall gleiche Dicke hat.

Die zwote Figur, die man der Oberfläche eines Glases geben kann, ist die convexe (erhabene); da das Glas in der Mitte erhabener ist als an den Rändern.

Die dritte Figur endlich ist die concave (hohle): das Glas ist alsdenn in der Mitte vertieft.

Aus diesen drey verschiedenen Figuren, die man der Oberfläche eines Glases geben kann, entstehen die sechs folgenden Gattungen von Gläsern:

I.

Das plano-plane Glas ist dasjenige, dessen beyde Flächen platt sind.

II.

Bey dem plano-converen Glase ist die eine Fläche platt und die andere erhaben.

III.

Bey dem plano-concaven Glase ist die eine Fläche platt und die andere hohl.

IV.

Das convero-convere Glas ist, dessen beyde Flächen erhaben sind.

V.

Das convero-concave Glas ist, dessen eine Fläche erhaben und die andere hohl ist.

VI.

VI.

Das concavo-concave Glas endlich ist, dessen beyde Flächen hohl sind.

Wie durch die beygefügte Figuren der Schnitte der Gläser oder Linsen vorgestellet ist.

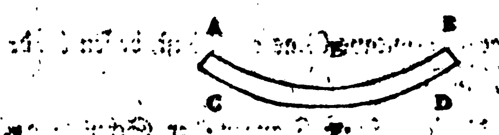
den 6ten December 1761.

Hundert und acht und achtzigster Brief.

Aus demjenigen, was ich eben über die erhabenen und hohlen Flächen der Linsen gesagt habe, sehen Ew. Hoheit leicht, daß sich die Gestalt derselben ins Unendliche vervielfältigen läßt, je nachdem die Convexität oder die Concavität stärker oder schwächer ist. Was die platten Oberflächen betrift, so giebt es deren nur eine Gattung, weil eine Oberfläche nur auf eine einzige Art platt seyn kann: aber eine convexe Oberfläche kann angesehen werden, als wenn sie einen Theil von einer Kugel ausmachte, und je nachdem der Radius oder Diameter dieser Kugel grösser oder kleiner seyn wird, wird sich auch die Convexität vermehren oder vermindern. Oder auch, da wir die Gläser auf dem Papiere durch Zirkelbogen vorstellen, so entstehet eine unendliche Veränderlichkeit bey diesen Gläsern, sowol in Beziehung auf die Convexität als auf die Concavität ihrer Oberflächen, je nachdem diese Zirkel grösser oder kleiner sind.

Was die Art und Weise betrift, wie man diese Gläser formt und polirt, so giebt man sich die äusserste Mühe, ihre Figur zirkel- oder kugelförmig zu machen: man bedient sich zu diesem Ende metallener Becken, die

sowol auswendig als inwendig über eine sphärische Oberfläche geformt sind:



Es sey AEB DFC der Durchschnitt eines solchen Beckens, der zwey Flächen haben wird, deren jede einen besondern Radius hat; wenn man ein Stück Glas auf der hohlen Seite dieses Beckens AEB schleifet, so wird es convex; schleift man es aber auf der erhabenen Seite CFD, so wird es hohl oder concav. Man braucht zu diesem Schleifen anfänglich nur Sand, bis das Glas die Figur bekommen hat, nachher bedient man sich aber einer feinen Erde um ihm die letzte Politur zu geben.

Um die wahre Gestalt der Flächen einer Linse zu erkennen, darf man nur den Radius von der Fläche des Beckens, auf welcher die Linse geformt ist, messen; denn das wahre Maaß von der Convexität sowohl als von der Concavität der Oberflächen ist der Radius des Zirkels oder der Kugel, die mit denselben übereinkömmt und von der sie einen Theil ausmachen.

E

A B

Wenn ich also sage, der Radius der convexen Fläche AEB ist drey Zoll, so muß man verstehen, AEB sey ein Zirkelbogen, der durch einen Radius von drey Zoll beschrieben worden. Die andere Fläche AB ist hier platt.

Um

Um Ew. Hoheit noch deutlicher vor Augen zu stellen, wie sehr sich die Convexitäten von einander unterscheiden, nachdem ihre Radii grösser oder kleiner sind, so werde ich einige Figuren von verschiedener Convexität hersetzen.

Zwey Zoll

ein Zoll,

ein halber Zoll,

ein drittheil Zoll,

ein fünftheil Zoll,

ein sechstheil Zoll,

ein achttheil Zoll.

Man

Man sieht hieraus: je kleiner der Radius ist, desto mehr ist die Oberfläche gekrümmt, und desto grösser ist der Unterschied zwischen ihr und der platten; je grösser hingegen der Radius ist, desto mehr nähert sich die Oberfläche dem Platten, oder desto mehr nähert sich der Zirkelbogen der geraden Linie. Wenn ich den Radius noch grösser machte, so würde man die Krümmung endlich fast gar nicht spüren.

Kaum bemerkt man sie mehr in dem Bogen M N, dessen Radius 6 Zoll oder einen halben Fuß lang ist.

M N

und wenn der Radius noch zehn- oder hundertmahl grösser wäre, so würde die Krümmung dem Gesichte endlich ganz unmerkbar werden.

Es ist indessen in Ansehung der Dioptrik ganz anders beschaffen, und ich werde die Ehre haben Ew. Hoheit in der Folge zu zeigen, daß, wenn gleich der Radius hundert oder tausend Fuß lang wäre und wenn wir gleich die Krümmung selbst nicht bemerken könnten, ihre Wirkung demohnerachtet sehr merkbar bleiben würde. In der That müßte der Radius unendlich groß seyn, wenn die Fläche desselben vollkommen platt werden sollte. Ew. Hoheit können hieraus folgern, daß eine platte (plane) Fläche, als eine convexe oder auch als eine concave Fläche betrachtet werden kann, sobald ihre Radii unendlich groß sind. Dieß ist der Fall, wo sich die Convexität und Concavität in einander verlieren, dergestalt, daß die plane (platte) Fläche zwischen beyden in der Mitte steht und die Convexität von der Concavität scheidet.

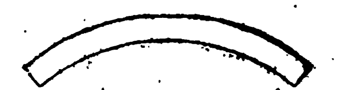
Je

Je kleiner aber die Radii sind, desto merkbarer oder grösser werden die Convexitäten und Concavitäten, und daher sagt man umgekehrt, daß eine Convexität oder Concavität um desto grösser sey, je kleiner, ihr Maaß, der Radius ist.

So groß nun übrigens die Verschiedenheit seyn mag, die man bey den Linsen oder Gläsern antreffen kann, nach Maaßgabe ihrer beyden Flächen, die entweder platt, oder convex oder concav, und dieß hinwiederum auf unendlich verschiedene Art seyn können; so kann man sie demohnerachtet, in Ansehung der Wirkungen, welche in der Dioptrik daher entstehen, in folgende drey Hauptklassen ordnen:

Die erste Klasse enthält die Gläser, welche überall gleich dick sind; ihre beyden Flächen mögen platt und mit einander parallel seyn,

oder die eine mag convex und die andere concav seyn, wenn sie nur concentrisch oder aus einem Centro beschrieben sind, dergestalt, daß die Dicke sich überall gleich bleibt.

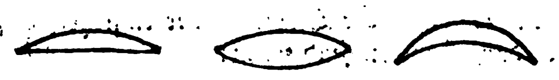


Von diesen Gläsern muß man anmerken, daß sie bey der Erscheinung der Gegenstände, welche wir durch sie sehen, nichts verändern. Es ist, als wenn nichts zwischen unsern Augen und den Gegenständen wäre; und aus dieser Ursache sind diese Gläser auch in der Dioptrik von keinem Nutzen. Nicht, als wenn die Stralen, die in ein solches Glas fallen, gar keine Bre-

chung

hung erlitten, sondern weil die Brechung beym Herein-fallen durch das Herausfallen wieder völlig hergestellt wird, dergestalt, daß die Stralen, nachdem sie das Glas durchdrungen haben, denselben Weg wieder-nehmen, den sie hielten, ehe sie hineinfielen. Die Gläser von den beyden andern Klassen machen also we-gen ihrer Würkung den Hauptgegenstand der Dioptrik aus.

Die zwote Klasse der Gläser enthält diejenigen, welche gegen die Mitte dicker sind als an den Ränden,



plano-convex. convexo-convex. convexo-concav oder menisken.

Ihre Wirkungen bleiben immer dieselben, so lange die grössere Dicke der Mitte gegen die Dicke der Rän-der mit der Grösse des Glases in gleichem Verhält-niß steht. Man nennt gewöhnlich alle Gläser von die-ser Klasse convexe, weil die Convexität hervorsticht, obgleich sonst eine von ihren Flächen plan oder gar concav seyn mag.

Die dritte Klasse enthält Gläser, welche gegen den Rand dicker sind, als in der Mitte:

plano-concav. concavo-concav. concav-convex oder menisken.

und

und welche alle gleiche Wirkung hervorbringen, weil diese von der grössern Dicke der Rände gegen die Dicke der Mitte abhänget. Da die Concavität bey allen diesen Gläsern von der dritten Klasse vorsticht, so nennt man sie schlechtweg Concaven. Man muß sie genau von denen, die zur zweyten Klasse gehören, unterscheiden, welche man Convexen nennt.

Von den Gläsern dieser beyden letzten Klassen und ihren Wirkungen in der Dioptrik gedenke ich Ew. Hoheit in meinen folgenden Briefen zu unterhalten.

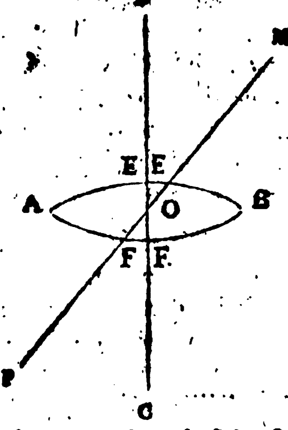
den 12ten December 1761.

Hundert und neun und achtzigster Brief.

Um die Wirkungen zu erklären, welche die convexen Gläser sowol als die concaven bey der Erscheinung der Gegenstände hervorbringen, muß man zween Fälle unterscheiden, den ersten, wo der Gegenstand von dem Glase sehr weit entfernt ist, und den andern, wo er sich mehr in der Nähe befindet.

Aber ehe ich diese Erklärung unternehme, muß ich erst ein Paar Worte von der sogenannten Achse eines solchen Glases sagen. Da die beyden Flächen durch Zirkelbogen vorgestellt werden, so darf man nur eine gerade Linie durch die Mittelpunkte dieser beyden Zirkel ziehen; diese Linie heißt die Achse des Glases. Da in der hier beygefügten Figur des Glases AB der Mittelpunkt des Bogens AEB in C und der Mittelpunkt des Bogens AFB in D ist, so heißt die gerade Linie CD die Achse dieses Glases; und es ist leicht zu sehen, daß diese Achse durch die Mitte des Glases gehet. Eben so verhält es sich auch, wenn die Flächen der Gläser concav sind. Wenn aber die eine platt ist, so wird die Achse auf derselben perpendiculär stehen, indem sie durch den Mittelpunkt der andern Fläche geht.

Man

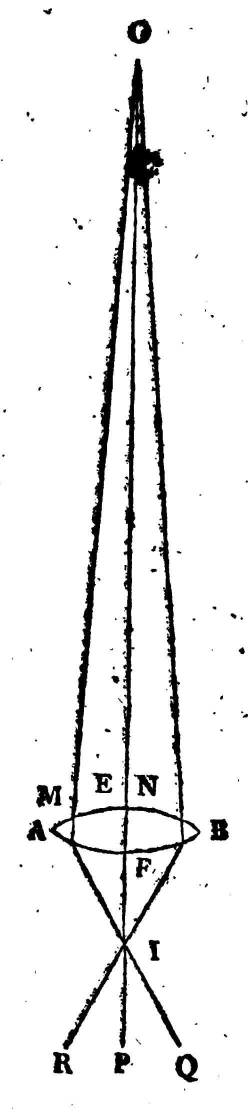


Man kann hieraus sehen, daß die Achse die beyden Flächen perpendiculär durchschneidet, und daß also ein Lichtstrahl, der mit der Achse einerley Direction hat, daselbst keine Brechung leide; weil die Stralen, welche aus einem Raum in den andern gehen, nur in so fern gebrochen werden, als sie nicht perpendiculär hineinfallen.

Auch kann man beweisen, daß alle die andern Stralen, welche durch die Mitte O des Glases gehen, keine Brechung leiden, oder daß sie vielmehr wieder mit sich selbst parallel werden.

Um die Ursache hievon zu begreifen, darf man nur erwägen, daß in den Punkten E und F die beyden Flächen des Glases mit einander parallel sind, denn der Winkel MEB, welchen der Stral ME mit dem Zirkelbogen EB macht, oder dessen Tangente in E, ist offenbar dem Winkel PFA gleich, welchen eben dieser verlängerter Stral EP mit dem Zirkelbogen AF oder dessen Tangenten in F macht. Ew. Hoheit erinnern sich, daß zween solche Winkel alterne oder Wechselwinkel genennt werden, und daß es erwiesen ist, daß, wenn die Wech-

Wechselwinkel einander gleich sind, die gerade Linien alsdenn auch mit einander parallel laufen: folglich sind die beyde Tangenten in E und in F parallel, und es ist eben das, als wenn der Stral MEFP durch ein Glas gienge, dessen beyde Flächen mit einander parallel wären. Wir haben aber schon oben gesehen, daß die Lichtstralen, wenn sie durch ein solches Glas gehen, ihren Weg nicht verändern.



Nachdem wir dieß angemerkt haben, wollen wir ein convexes Glas AB betrachten, dessen Achse die gerade Linie OEFP seyn mag; wir wollen annehmen, daß in einer sehr weiten Entfernung von dem Glase über dessen Achse sich ein Objekt oder auch ein Lichtpunkt O befände, welcher überall Stralen verbreitet: es werden alsdann auch einige davon durch unser Glas fallen, wie hier z. E. OM, OE und ON, von denen der mittelste OE keine Brechung leiden, sondern seinen Weg durch das Glas fortsetzen wird nach der Direction FIP. Indem die beyden andern Stralen OM

und ON durch die Ränder des Glases gehen, so werden sie daselbst gebrochen, sowol beym Einfallen als beym Ausfallen, dergestalt, daß sie wieder irgendwo, wie hier in I mit der Achse zusammenkommen und alsdenn ihren Weg nach den Richtungen IQ und IR fortsetzen: man kann auch beweisen, daß alle andere Stralen, welche zwischen M und N fallen, gebrochen werden, dergestalt, daß sie sich mit der Achse in demselben Punkt I wieder vereinigen. Die Stralen also, welche, ohne Dazwischenkunft des Glases, ihren geradlinigten Lauf OM und ON fortgesetzt haben würden, folgen nach der Brechung einem andern Lauf, so als wenn sie aus dem Punkt I ausgelaufen wären; und wenn sich ein Auge in dem Punkt P befände, so würde es auf eben die Art afficirt werden, als wenn der Lichtpunkt wirklich in I wäre, ob er gleich nicht wirklich da ist. Ew. Hoheit dürfen nur auf eine kurze Zeit annehmen, daß in I ein wirklicher Gegenstand sey, welcher, indem er seine Stralen verbreitet, auf gleiche Art von einem Auge, das in P stünde, gesehen würde, so wie es gegenwärtig den Gegenstand in O durch die durchs Glas gebrochene Stralen siehet. Aus dieser Ursache, weil sich in I das Bild des Gegenstandes O befindet, und weil das Glas AB daselbst den Gegenstand O vorstellt, oder ihn nach I versetzet, so ist nicht mehr der Punkt O, sondern vielmehr sein Bild, das in I vorgestellt ist, der eigentliche Gegenstand des Sehens.

Es ist also eine wichtige Veränderung, welche dieß Glas hervorbringt, wodurch ein sehr entfernter Gegenstand O schleunig in I versetzt wird, woher das Auge ohne Zweifel einen andern Eindruck empfangen muß, als wenn man das Glas wegnähme, und das Auge unmittelbar den wahren Gegenstand O sähe. Ew. Hoheit bemerken in O einen Stern, weil wir voraussetzen,

setzen, daß der Punkt O sehr weit entfernt ist, so wird uns das Glas in I das Bild dieses Sterns vorstellen, aber ein solches Bild, das man nicht fühlen kann, und das in der That keine Realität hat, weil in I nichts Reelles ist; denn es sind blos die Stralen, welche von dem Punkt O ausgehen, die sich durch die Brechung des Glases in I wieder sammlen. Man muß sich ferner nicht einbilden, daß der Stern uns auf eben die Art erschiene, als wenn der Gegenstand, oder der Stern wirklich in I wäre. Wie könnte wohl ein Körper, der viele tausendmahl grösser ist als die Erde, in I wirklich existiren? Alle unsere Sinne würden davon auf eine ganz andere Art gerührt seyn: man muß also wohl merken, daß in I nichts als ein Bild vorgestellt ist, das ohngefähr dem Bilde gleicht, welches sich von einem Sterne in dem Innersten des Auges vorstellet, oder demjenigen, welches wir in einem Spiegel sehen, dessen Wirkung nichts befremdendes hat.

den 15ten December 1761.

Hundert und neunzigster Brief.

In diesem Briefe werde ich Ew. Hoheit die Wirkung erklären, welche die convexen Gläser, oder diejenigen, welche in der Mitte dicker sind als an den Rändern, hervorbringen. Es ist wahr, daß alles darauf ankommt, die Veränderung zu bestimmen, welche die Stralen in ihrem Wege leiden, indem sie durch ein solches Glas gehen.

Um diese Untersuchung in ihr volles Licht zu stellen, muß man zween Fälle wohl unterscheiden, den einen, wo der Gegenstand von dem Glase sehr weit entfernt, und den andern, wo er sehr nahe bey demselben ist. Ich werde also zuvörderst den ersten Fall betrachten, wo der Gegenstand von dem Glase sehr weit entfernt ist.

In dieser Figur ist MN das convexe Glas, und die gerade Linie OABIS dessen Axe, welche perpendiculär durch die Mitte des Glases fällt. Im Vorbeygehen wollen wir anmerken, daß diese Eigenschaft, da nemlich die Axe eines jeden Glases perpendiculär durch die Mitte desselben gehet, uns die passendste Idee giebt, die man sich davon machen kann. Wir wollen uns jetzt einbilden, daß in O sich ein Gegenstand OP befinde, welchen ich hier als eine gerade Linie vorstelle, er mag übrigens eine Gestalt haben, wie er nur immer wolle; und da ein jeder Punkt dieses Gegenstandes seine Stralen auf alle Seiten hinwirft, so ist hier nur von denen die Rede, welche auf das Glas fallen.

Vors erste werde ich meine Beobachtungen auf diejenigen einschränken, welche von dem in der Axe selbst gelegenen Punkt O herkommen. Die Figur stellt uns drey von diesen Stralen vor OA, OM und ON, deren erster OA, indem er durch

O P A N M B K I Q S R

die

die Mitte des Glases gehet, gar keine Veränderung in seinem Wege leidet, welchen er immerweg verfolget, nachdem er das Glas nach seiner ersten Richtung BIS, das ist, in der Achse desselben durchschnitten hat. Aber die beyden andern Stralen OM und ON leiden eine Brechung, sowol indem sie in das Glas fallen, als indem sie herausfallen, wodurch sie von ihrem ersten Wege abgeleitet werden, dergestalt, daß sie sich wieder irgendwo, wie hier in I, mit der Achse vereinigen, von wannen sie ihre neuen Wege in den geraden Linien MIQ und NIR fortsetzen; daß sie in der Folge, wenn sie einem Auge begegnen, dieselbe Wirkung in demselben hervorbringen, als wenn der Punkt O wirklich in I existirte, weil sie eben dieselbe Richtung halten. Aus diesem Grunde sagt man, das convexe Glas versetze das Object A in I. Aber, um diesen Punkt I von dem wahren Punkt O zu unterscheiden, so nennt man jenen das Bild von diesem, welcher hinwieder das Object oder der Gegenstand genennt wird.

Dieser Punkt I ist sehr merkwürdig, und wenn das Objekt O sehr weit entfernt ist, so wird dessen Bild auch der Focus des Glases genennt; ich werde Ew. Hoheit die Ursache davon erklären. Wenn die Sonne das Objekt O ist, so werden ihre Stralen, welche auf das Glas fallen, alle durch dasselbe in I vereinigt, und da die sehr stark und mit der Fähigkeit zu erwärmen begabt sind, so ist natürlich, daß die Vereinigung so vieler Stralen, welche in I geschiehet, einen sehr hohen Grad der Hitze hervorbringen muß, welcher im Stande ist, die brennbaren Dinge, die man in I stellet, zu verbrennen. Da nun aber der Ort, wo so viel Hitze vereinigt ist, der Focus genennt wird; so ist die Ursache klar, weswegen man sich dieser Benennung in Ansehung der convexen Gläser bedient. Aus dieser Ursache nennt man auch

ein solches converes Glas ein Brennglas, dessen Wirkungen Ew. Hoheit sonder Zweifel bekannt seyn werden. Ich merke nur an, daß diese Eigenschaft, die Stralen der Sonne in einen gewissen Punkt, welchen man ihren Focus nennt, zu vereinigen, allen converen Gläsern eigen ist; sie vereinigen auch die Stralen des Mondes, der Sterne und aller weit entfernten Körper, in demselben Orte; und ob ihre Kraft gleich zu klein ist, als daß sie einige Wärme hervorbringen könnte, so bedient man sich doch eben der Benennung Focus; und also ist der Focus eines Glases nichts anders, als der Ort, wo das Bild sehr weit entfernter Gegenstände vorgestellt wird: wozu man noch diese Bedingung hinzufügen muß, daß der Gegenstand in der Achse selbst von dem Glase gelegen seyn muß; denn wenn er ausser der Achse wäre, so würde sein Bild auch ausser der Achse vorgestellt werden. Ich werde Gelegenheit haben hievon in der Folge zu reden.

Uebrigens ist es nicht undienlich, folgende Anmerkungen über den Focus noch beyzufügen.

1) Da der Punkt O oder das Objekt unendlich weit entfernt ist; so können die Stralen OM, OA und ON als mit einander parallel betrachtet werden, und aus eben dem Grunde als parallel mit der Achse des Glases.

2) Der Focus I ist also der Punkt hinter dem Glase, wo die mit der Achse parallelen Stralen, welche auf das Glas fallen, durch die Brechung des Glases vereinigt werden.

3) Der Focus eines Glases und der Ort, wo das Bild eines unendlich entfernten und in der Achse des Glases gelegenen Gegenstandes vorgestellt ist, sind gleichbedeutende Dinge.

4) Die

4) Die Entfernung des Punktes I hinter dem Glase, oder der Abstand BI, heißt der Abstand des Focus von dem Glase. Einige Schriftsteller nennen ihn auch den Focal-Abstand.

5) Jedes convexe Glas hat seinen besondern Focal-Abstand, das eine grösser, das andere kleiner; welches man leicht findet, wenn man das Glas gegen die Sonne stellt, und Acht giebt, wo sich die Stralen vereinigen.

6) Die Gläser, welche durch die Bogen kleiner Zirkel gebildet sind, haben ihren Focus sehr nahe hinter sich, aber diejenigen, deren Flächen die Bogen grosser Zirkel sind, haben ihren Focus viel entfernter.

7) Es ist daran gelegen, daß man den Focalabstand jedes convexen Glases, dessen man sich in der Dioptrik bedient, wisse, und man darf nur den Focus desselben kennen, um von allen den Wirkungen urtheilen zu können, welche man davon sowol bey den Ferngläsern oder Telescopen, als bey den Mikroscopen zu erwarten hat.

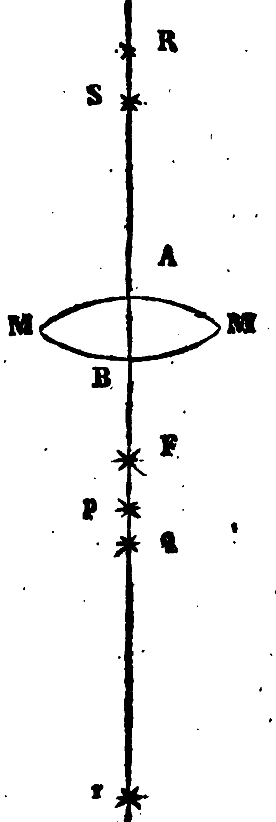
8) Wenn man sich solcher Gläser bedient, welche von beyden Seiten gleich convex sind, dergestalt, daß beyde Flächen eben demselben Zirkel entsprechen, so giebt der Radius dieses Zirkels ohngefähr den Focal-Abstand dieses Glases an. Um also ein Brennglas zu machen, welches in der Entfernung eines Fusses brennen soll, darf man nur seine beyden Flächen nach einem Zirkel bilden, dessen Radius einen Fuß groß ist.

9) Wenn aber das Glas plano-convex ist, so ist sein Focal-Abstand ohngefähr dem Durchmesser desjenigen Zirkels gleich, welcher der convexen Seite entspricht.

Die Kenntniß dieser Kunstwörter wird dasjenige, was wir noch zu sagen haben, leicht verständlich machen.

den 19ten December 1761.

Hundert und ein und neunzigster Brief.



Da ich angemerkt habe, daß ein unendlich entfernter Gegenstand durch ein convexes Glas in dem Focus desselben vorgestellt wird, wenn sich nur dieser Gegenstand in der Achse des Glases befindet, so gehe ich zu den nähern, aber auch in der Achse des Glases belegenen Gegenständen über, und bemerke gleich anfangs, daß je mehr der Gegenstand sich dem Glase nähert, desto weiter dessen Bild sich entferne.

Wir wollen also annehmen, F sey der Focus des Glases MM, dergestalt, daß von einem vor dem Glase oder über die Figur unendlich entfernten Gegenstande, das Bild in F vorgestellt sey; alsdann wird, indem man den Gegenstand dem Glase nähert und ihn nach und nach in P, Q, R stellet, dessen Bild sich in dem Punkt p, q, r vorstellen, immer weiter entfernt von dem Glase, als dessen Focus; oder aber, wenn AP der Abstand des Objects ist, so

ist

ist Bp der Abstand des Bildes, und wenn AQ der Abstand des Objectes ist, so ist Bq der Abstand des Bildes, und der Abstand Br des Bildes wird dem Abstande des Objekts AR entsprechen.

Man hat eine Regel, nach welcher man die Entfernung des Bildes hinter dem Glase für einen jeden Abstand des Objekts vor dem Glase leicht berechnen kann; aber ich will Ew. Hoheit nicht durch eine trockene Erklärung dieser Regel ermüden; es wird genug seyn, überhaupt anzumerken, daß je mehr man den Abstand des Objekts vor dem Glase verringert, desto mehr der Abstand des Bildes hinter dem Glase sich vergrössere. Ich werde noch überdem das Exempel eines convexen Glases hinzufügen, dessen Focalabstand 6 Zoll ist, oder eines solchen Glases, wo, wenn der Abstand des Objekts unendlich weit ist, der Abstand des Bildes hinter dem Glase genau 6 Zoll ist; wenn man nun das Objekt dem Glase nähert, so wird sich das Bild nach folgender Tabelle davon entfernen.

Abstand des Gegenstandes (Objekts)	Abstand des Bildes
unendlich	6
42 — —	— — 7
24	8
18	9
15	10
12	12
10	15
9	18
8	24
7	42
6	unendlich.

 wenn

wenn also das Objekt 42 Zoll vom Glase entfernt ist, so wird das Bild in der Entfernung von 7 Zoll fallen, folglich einen Zoll weiter, als der Focus ist. Wenn aber das Objekt sich in der Entfernung von 24 Zoll befindet, so wird das Bild 8 Zoll entfernt seyn, und folglich zween Zoll weiter als der Focus, und so ferner.

Ob diese Zahlen gleich nur zu einem Glase passen, dessen Focalabstand 6 Zoll ist, so kann man dennoch einige allgemeine Folgen daraus herleiten.

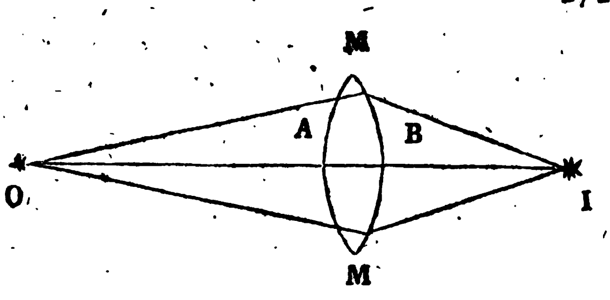
1) Wenn die Entfernung des Objekts unendlich weit ist, so fällt das Bild in den Focus selbst.

2) Wenn die Entfernung des Objekts zweymahl so weit ist, als der Focalabstand, so wird der Abstand des Bildes auch zweymahl so weit seyn, als der Focal-Abstand, oder das Objekt und das Bild werden beyde gleich weit vom Glase entfernt seyn. In dem voran geführten Exempel ist der Abstand des Objects 12 Zoll, und folglich auch der Abstand des Bildes (eben so viel) 12 Zoll.

3) Wenn man das Objekt dem Glase nähert, dergestalt, daß sein Abstand dem Focalabstande gleich wird, (wie in dem vorigen Exempel auf 6 Zoll), alsdenn entfernt sich das Bild ins Unendliche hinter dem Glase.

4) Auch sieht man überhaupt, daß der Abstand des Objekts und der Abstand des Glases sich wechselsweise entsprechen, oder, daß wenn man das Objekt in die Stelle des Bildes setzet, das Bild wieder in die Stelle des Objekts tritt.

Wenn



Wenn also das Glas MM die Stralen, welche aus dem Punkt O entspringen, in I versammlet, so wird auch eben dieß Glas hinwieder die Stralen, welche aus dem Punkt I entspringen, in O versammlen.

6) Dieß ist die Folge eines wichtigen Grundsatzes der Dioptrik, kraft dessen man behauptet, daß, was auch die Stralen für Brechungen gelitten haben mögen, indem sie durch verschiedene brechende Mittelräume fahren, sie doch immer auf dem nämlichen Weg zurückkehren können.

Diese Wahrheit ist sehr wichtig bey der Kenntniß der Gläser; also, wenn ich zum Beyspiel weiß, daß ein Glas in der Entfernung von 8 Zoll das Bild eines auf 24 Zoll weit entfernten Objekts vorgestellet hat; so kann ich daraus dreist folgern, daß, wenn das Objekt 8 Zoll entfernt wäre, das nämliche Glas das Bild davon in einer Entfernung von 24 Zoll vorstellen würde.

Es gehört auch hieher zu bemerken, daß sobald der Abstand des Objekts dem Abstand des Focus gleich ist, sich das Bild den Augenblick ins Unendliche entfernen werde; aber dieß stimmt vollkommen mit dem Verhältniß überein, das sich zwischen dem Objekt und dem Bilde findet.

Aber

Ew. Hoheit werden hier ohne Zweifel begierig seyn zu erfahren, in welcher Stelle das Bild werde vorgestellet werden, wenn man das Objekt dergestalt mehr dem Glase nähert, daß sein Abstand geringer wird, als der Abstand des Focus. Diese Frage setzt uns desto mehr in Verlegenheit, weil man antworten müste, daß alsdenn die Entfernung des Bildes grösser seyn müste als das Unendliche; weil je näher das Object dem Glase gebracht wird, je mehr das Bild sich entfernt. Aber, da das Bild bereits ins Unendliche entfernt ist, wie ist es möglich, daß der Abstand noch grösser werden könne? Diese Frage könnte ohne Zweifel den Philosophen zu schaffen machen, aber in der Mathematik ist es leicht darauf zu antworten. Das Bild geht aus einer unendlichen Entfernung zur andern Seite des Glases über, und folglich zu eben der Seite, wo sich der Gegenstand befindet; es erscheinet also jenseit des Gegenstandes.

So sonderbar diese Antwort scheinen mag, so ist sie doch nicht allein durch die Schlußfolge, sondern auch durch die Erfahrung bestätigt, dergestalt, daß man an ihrer Richtigkeit gar nicht zweifeln kann; über das Unendliche fortwachsen und auf die andere Seite hinübergehen, ist hier einerley, so parador es auch seyn mag.

den 22sten December 1761.

Hundert und zwey und neunzigster Brief.

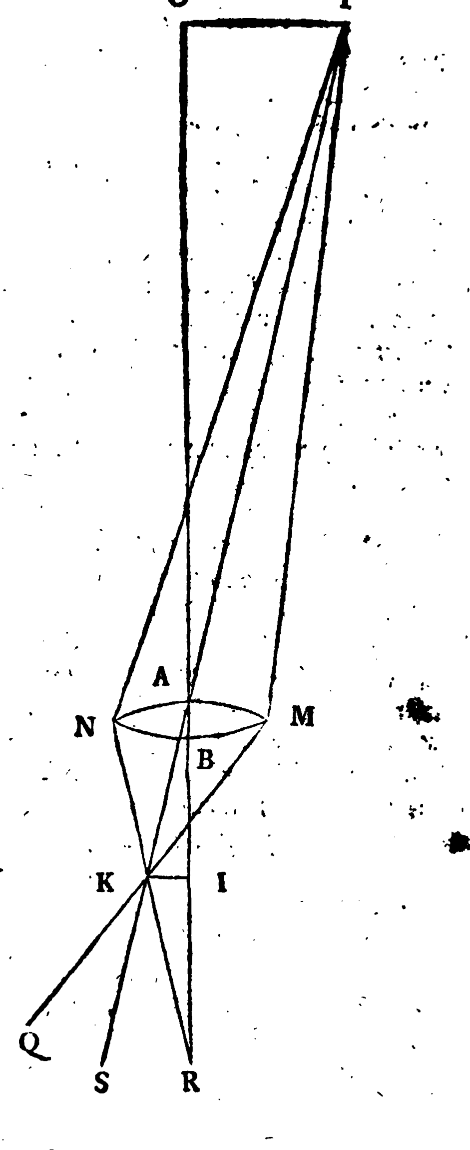
Ew. Hoheit werden jetzt nicht daran zweifeln, daß ein jedes convexes Glas nicht irgendwo ein Bild von den Gegenständen, die ihm gegenüber stehen, vorstelle, und daß in jedem Falle der Ort des Bildes sich verändere, so oft sich die Entfernung des Objekts oder der

Ab-

Abstand des Focus verändert; aber ich habe noch einen wichtigen Artikel zu erklären, welcher die Größe des Bildes betrift.

Wenn uns ein solches Glas das Bild der Sonne, des Mondes oder eines Sterns in der Entfernung eines Fusses vorstellt, so können Ew. Hoheit sich leicht vorstellen, daß diese Bilder unendlich kleiner sind, als die Gegenstände selbst. Da ein Stern viel grösser ist als die ganze Erde, wie wäre es möglich, daß uns ein eben so grosses Bild in der Entfernung eines Fusses sollte vorgestellet werden können? Da uns aber ein Stern als ein Punct erscheint, so gleicht dessen Bild, welches durch das Glas vorgestellt wird, auch einem Punkte, und ist folglich unendlichmahl kleiner als das Objekt selbst.

Bey jeder Vorstellung, welche durch die Gläser geschieht, giebt es also zwey Stücke zu bemerken, das eine betrift den Ort, wo das Bild vorgestellt wird, und das andere die wirkliche Grösse des Bildes, welche von der Grösse des Objekts sehr verschieden seyn kann. Da das erste schon hinlänglich erläutert ist, so werde ich Ew. Hoheit jezt eine ganz einfache Regel erklären, durch welche Dieselben im Stande seyn werden, in einem jeden Falle beurtheilen zu können, wie groß das durch ein Glas vorgestellte Bild seyn müsse.



Es

Es sey OP ein über der Achse des converen Glases MN belegenes Objekt; so muß man vor allen den Ort des Bildes suchen, der hier in I seyn mag, dergestalt, daß der Punkt I das Bild von dem Ende O des Objekts ist, weil die Stralen, die aus O entspringen, daselbst durch die Brechung des Glases vereiniget werden. Nun wollen wir sehen, wo das Bild des andern Punktes P von dem Objekte vorgestellt werden wird; um dieß zu erfahren, wollen wir die Stralen PM, PA, PN betrachten, welche, indem sie von dem Punkt P ausgehen, auf das Glas fallen; ich bemerke alsdann, daß der Stral PA, welcher durch die Mitte des Glases gehet, seine Richtung nicht ändert, sondern daß er seinen Weg AKS fortsetzet: es werden sich also irgendwo, wie hier in K die andern Stralen PM und PN vereinigen: oder vielmehr der Punkt K wird das Bild von dem andern Ende P des Objekts und der Punkt I von dem Punkt O seyn: woraus man leicht schließen kann, daß IK das durch das Glas vorgestellte Bild von dem Objekt OP ist.

Um also die Größe dieses Bildes zu bestimmen; darf man nur, weil man den Ort I schon gefunden hat, von dem Ende P des Objekts durch die Mitte des Glases A die gerade Linie PAKS ziehen, und in I die Linie IK auf die Achse senkrecht fallen lassen, so wird man das verlangte Bild haben; hieraus erhellet aber, daß dieses Bild verkehrt ist, dergestalt, daß, wenn OR horizontal und das Objekt OP ein Mensch wäre, das Bild den Kopf unterwärts in K und die Füsse in der Höhe hätte in I.

Ausserdem will ich noch folgende Anmerkungen hinzufügen.

1) Je

1) Je näher das Bild dem Glase ist, desto kleiner, und je weiter vom Glase, desto grösser ist es. Da nun also O P das in der Achse vor dem Glase M N gelegene Objekt ist, so würde das Bild, wenn es in Q fiele, weit kleiner seyn, als wenn es in R, in S oder T fiele. Denn, weil die gerade Linie P A t, welche von der Spitze P des Objekts durch die Mitte des Glases gezogen ist, immer das Ende des Bildes bestimmt, in welcher Entfernung von dem Glase es sich auch immer befinden möge, so ist ganz evident, daß unter den Linien Q q, R r, S s, T t, die erste Q q die kleinste ist, und daß die andern immer länger werden, je weiter sie sich von dem Glase entfernen.

2) Es giebt einen Fall, wo das Bild genau eben so groß ist, als das Objekt; dieser Fall ereignet sich, wenn der Abstand des Bildes dem Abstande des Objekts gleich ist, welches geschiehet, wie ich schon bemerkt habe, wenn der Abstand des Objekts A O zweymahl grösser ist als der

O P A N M B q Q r R s S t T

Focalabstand des Glases; alsdann ist das Bild Tt dergestalt, daß die Entfernung BT gleich ist der Entfernung AO. Jetzt haben Ew. Hoheit nur die beyden Triangel OAP und TAt zu betrachten, welche nicht nur wegen der gemeinschaftlichen Spitze in A, gegenüberstehende Winkel, sondern auch die beyden Seiten AO und AT mit einander gleich, überdem auch noch zween rechte Winkel O und T haben: diese beyden Triangel sind also einander gleich und folglich ist die Seite Tt, welche das Bild ist, gleich der Seite OP oder dem Gegenstande.

3) Wenn das Bild zweymahl weiter vom Glase entfernt wäre, als das Objekt, so würde es zweymahl grösser seyn, als das Objekt; und überhaupt, so vielmahl das Bild von dem Glase weiter entfernt seyn wird, als das Objekt, so vielmahl wird es auch grösser werden, als das Objekt. Nun, je mehr man das Objekt dem Glase nähert, je mehr entfernt sich das Bild, und wird folglich um so viel grösser.

4) Das Gegentheil geschiehet, wenn das Bild dem Glase näher ist als das Objekt; alsdann ist es so vielmahl kleiner als das Objekt, so vielmahl näher es dem Glase ist. Wenn also die Entfernung des Bildes tausendmahl kleiner wäre, als die Entfernung des Objekts, so würde es auch tausendmahl kleiner seyn als das Objekt.

5) Wir wollen dieß auf die Brenngläser anwenden, welche, wenn sie gegen die Sonne gestellt werden, in dem Focus das Bild der Sonne vorstellen, oder vielmehr den Focus, das ist, diesen lichten und glänzenden Kreis, welcher brennet, und nichts anders ist, als das Bild der Sonne, das durchs Glas vorgestellet wird. Ew. Hoheit werden daher nicht erstaunet seyn über die

Kleinheit dieses Bildes, obgleich die Sonne so ausserordentlich groß ist, weil dieß Bild in dem Focus um so viel kleiner als die wirkliche Sonne ist, als der Abstand der Sonne grösser ist, wie der Abstand der Bildes vom Glase.

6) Daher ist es auch klar, daß je grösser der Abstand des Focus eines Brennglases ist, je glänzender ist auch der Zirkel im Focus, das ist, das Bild der Sonne wird groß, und allezeit ist der Diameter des Focus ohngefähr hundertmahl kleiner, als der Abstand des Focus vom Glase.

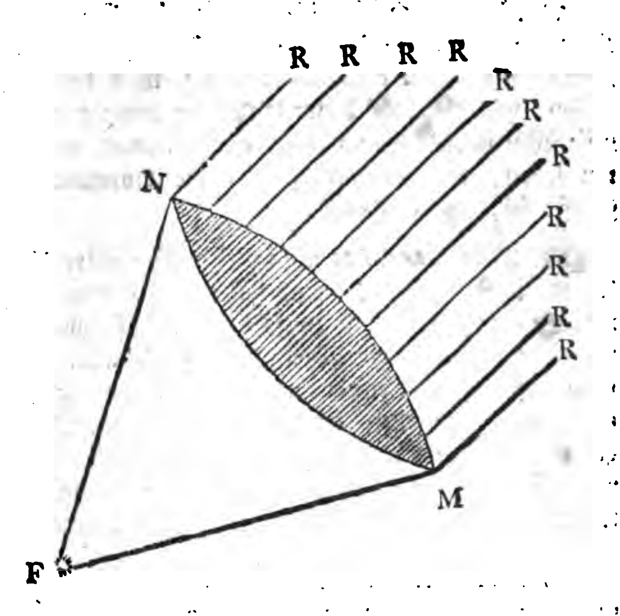
In der Folge werde ich die Ehre haben, von dem verschiedenen Gebrauch zu reden, den man von den convexen Gläsern macht, welcher so merkwürdig ist, daß er die Aufmerksamkeit Ew. Hoheit verdienet.

den 26sten December 1761.

Hundert und drey und neunzigster Brief.

Der erste Nutzen der convexen Gläser ist derjenige, den man von denen Brenngläsern hat, deren Wirkung selbst denjenigen, die doch schon einige Kenntniß von der Physik haben, bewundernswürdig scheinen muß. In der That, wer sollte wohl glauben, daß das bloße Bild der Sonne im Stande sey, einen so erstaunlichen Grad von Hitze hervorzubringen? Ew. Hoheit werden sich aber hierüber nicht mehr wundern, so bald Dieselben folgende Beobachtungen einiger Aufmerksamkeit zu würdigen belieben.

1) Es



1) Es sey MN ein Brennglas, welches auf seiner Oberfläche die Sonnenstralen RRR empfängt, welche dergestalt gebrochen werden, daß sie in F einen kleinen lichten Zirkel vorstellen, welcher das Bild der Sonne ist und der desto kleiner ist, je näher er sich dem Glase befindet.

2) Alle Stralen, welche auf die Oberfläche des Glases fallen, sind in dem kleinen Raum des Focus F vereinigt, und also muß ihre Wirkung daselbst um so vielmahl grösser seyn, als die Oberfläche des Glases den Focus oder das Bild der Sonne an Grösse übersteigt. Man sagt, daß die Stralen, welche über die ganze Oberfläche des Glases verstreut waren, in dem kleinen Raum F concentrirt sind.

 3) Nun

3) Nun haben aber die Stralen der Sonne schon einen gewissen Grad der Wärme, sie muß also in dem Focus weit stärker empfindlich seyn; man kann sogar wissen, wie vielmahl dieser Grad der Hitze die natürliche Wärme der Sonnenstralen übersteige: man darf nur sehen, wie vielmahl grösser die Oberfläche des Glases ist, als der Focus.

4) Wenn das Glas nicht viel grösser wäre als der Focus, so würde die Wärme nicht grösser seyn als die natürliche; hieraus ist zu schliessen, daß, wenn ein Brennglas eine grosse Wirkung hervorbringen soll, es nicht genug ist, daß es convex sey, oder daß es das Bild der Sonne vorstelle, sondern es wird noch überdem erfordert, daß es eine grosse Oberfläche habe, die sehr vielmahl die Grösse des Focus übersteige, welcher um so viel kleiner ist, je näher er sich dem Glase befindet.

5) Das allervortreflichste Brennglas befindet sich in Frankreich. Seine Breite ist 3 Fuß, und man schätzet seine Oberfläche 2000 mahl grösser als den Focus oder das Bild der Sonne, welches es vorstellt. Es muß also in dem Focus eine Hitze hervorbringen, die 2000mahl grösser ist als diejenige, die wir fühlen, wenn wir der Sonne ausgesetzt sind. Auch sind die Wirkungen dieses Glases erstaunlich. In dem ersten Augenblicke setzt es Holz, von welcher Gattung es auch sey, in Flammen, es schmilzt die Metalle in wenigen Minuten; und überhaupt ist das schärffste und brennendste Feuer, das man hervorbringen kann, mit der Heftigkeit des Focus von diesem Glase nicht zu vergleichen.

6) Man schätzet die Hitze des siedenden Wassers ungefähr dreymahl grösser, als diejenige, die wir im Sommer von den Sonnenstralen empfinden, oder welches auf eben das hinauskommt, die Hitze des sieden-

den Wassers ist dreymahl grösser als die natürliche Wärme des Bluts in dem menschlichen Körper. Aber um Bley zu schmelzen braucht man eine dreymahl grössere Hitze als man braucht um Wasser aufzusieden, und zum Kupferschmelzen braucht man eine Hitze, die noch dreymahl stärker ist. Gold erfordert einen noch grössern Grad von Hitze: es folgt also hieraus, daß eine Hitze, die hundertmahl stärker ist, als die Wärme unsers Bluts, schon im Stande ist, Gold zu schmelzen; wie vielmahl muß also nicht eine 2000mahl grössere Hitze die Kraft der gewöhnlichen Arten des Feuers übersteigen.

7) Woher kommt es aber, daß die in dem Focus eines solchen Glases vereinigte Sonnenstralen diese erstaunliche Wirkungen hervorbringen? Dies ist eine schwere Frage, über welche die Philosophen sehr getheilt sind. Diejenige, welche behaupten, daß die Stralen würkliche Ausflüsse der Sonne sind, die mit der grossen Geschwindigkeit herabschiessen, von welcher ich die Ehre gehabt habe, mit Ew. Hoheit zu sprechen, sind hiebey nicht in Verlegenheit; sie dürfen nur sagen, daß die Materie der Stralen, indem sie mit Gewalt in die Körper dringt, die kleinsten Theilchen derselben nothwendig zerbrechen und zerstöhren müsse. Aber diese Meinung muß in der gesunden Physik nicht mehr statt finden.

8) Die andere Meinung, welche die Natur des Lichts in eine Erschütterung des Aethers setzt, scheint zur Erklärung der wundervollen Wirkungen der Brenngläser nicht recht geschickt zu seyn. Wenn man unterdessen alle Umstände genau erwägt, so wird man bald von der Möglichkeit überzeugt werden. Wenn die natürliche Sonnenstralen auf einen Körper fallen, so setzen sie die kleinern Theile seiner Oberfläche in Erschütterung und erregen eine Vibration, die hinwieder im

Stande ist, neue Stralen zu erregen, welche uns eben diesen Körper sichtbar machen. Und ein Körper ist nur in so fern hell oder erleuchtet, in so fern seine eigene Theile in eine so schnelle Vibration gesetzt sind, daß sie sich im Stande befinden, neue Stralen in dem Aether hervorzubringen.

9) Nunmehr ist es klar, daß, wenn die natürlichen Stralen der Sonne Kraft genug haben, die kleineren Theile der Körper zu erschüttern, die in den Focus versammleten Stralen die Theile der ihnen begegnenden Körper in eine so gewaltsame Bewegung setzen müssen, daß das Band, welches dieselben verknüpft, sogleich zerrissen, und der Körper selbst gänzlich zerstöhrt wird; welches die Wirkung des Feuers ist. Denn ist der Körper brennbar, wie das Holz, so treibt die Auflösung seiner kleinern Theile, die mit der heftigsten Bewegung verknüpft ist, einen guten Theil davon, in Gestalt des Rauches, in die Luft; und die gröbern Theile bleiben unter der Gestalt der Asche zurück. Die schmelzbaren Körper, wie z. E. die Metalle, werden durch die Auflösung ihrer Theile flüßig; und hieraus kann man abnehmen, wie das Feuer auf die Körper wirkt; es greift die Verbindung ihrer kleinsten Theile an und setzt darauf die Theile selbst in die heftigste Bewegung. Dieß ist also die wunderbare Wirkung der Brenngläser, welche in der Natur der convexen Gläser ihren Ursprung hat; ich werde die Ehre haben Ew. Hoheit noch andre Merkwürdigkeiten von denselben zu erzählen.

den 28sten December 1761.

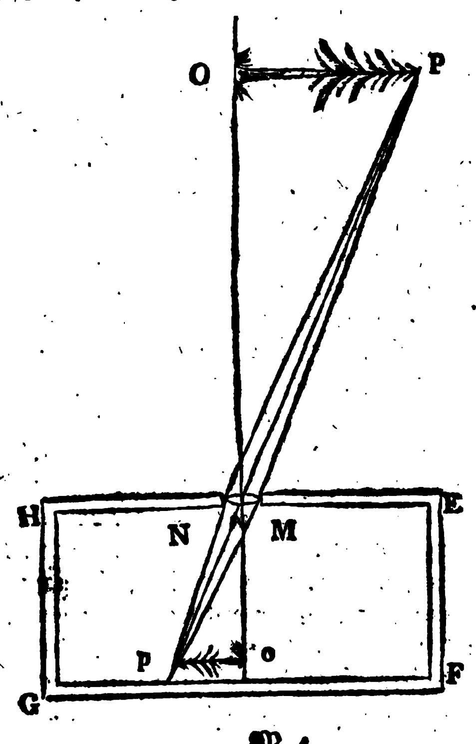
Hundert und vier und neunzigster Brief.

Nachdem ich Ew. Hoheit die innbrünstigsten Wünsche für Dero Erhaltung bey der Erneuerung dieses Jahres dargebracht habe, so verfolge ich nunmehr den Faden meines Vortrages.

Man

Man braucht auch die convexen Gläser in der Camera obscura, wo durch ein solches Glas alle auswärtige Gegenstände in dem Zimmer, mit ihren natürlichen Farben, auf einer weissen Oberfläche vorgestellt werden, dergestalt, daß die ganze Gegend in einer weit grössern Vollkommenheit auf derselben erscheint, als sie der Maler dargestellt hätte. Auch bedienen sich die Maler dieses Kunstgrifs, um Landschaften und andere Dinge, die man in der Entfernung sieht, mit Genauigkeit zu zeichnen.

Von dieser Camera obscura habe ich mir vorgesetzt Ew. Hoheit zu unterhalten.



 Diese

Diese Figur EFGH stellet den Durchschnitt eines finstern von allen Seiten sorgfältig zugemachten Zimmers vor, wo man in einem Fensterladen ein rundes Loch MN gemacht hat, darinn man ein convexes Glas befestigt, dessen Focus so beschaffen ist, daß das Bild der auswärts belegenen Objekte, wie z. E. des Baums OP, ganz genau auf die gegenüberstehende Mauer FG in op falle. Man bedient sich auch einer weissen und beweglichen Tafel, die man in den Ort setzt, wo sich die Bilder vorstellen.

Die Lichtstralen können also nur durch dieß Loch MN, wo sich das Glas befindet, in das Zimmer dringen, ohne welches eine völlige Dunkelheit in demselben herrschen würde.

Nunmehr wollen wir den Punkt P eines Objekts, z. E. den Gipfel unsers Baums OP bemerken. Seine Stralen PM, PN und der mittlere werden also auf das Glas MN fallen und durch dasselbe gebrochen werden, dergestalt, daß sie sich von neuem in dem Punkt p an der Mauer oder an einer Tafel, die an diese Stelle gesetzt ist, vereinigen. Dieser Punkt p wird folglich keine andere Stralen empfangen, als diejenigen, welche aus dem Punkt P kommen, eben so wird auch ein jeder anderer Punkt auf der Tafel keine andere Stralen empfangen, als diejenigen, die von dem ihm entsprechenden Theile des Objekts kommen; und umgekehrt wird einem jeden Punkte des auswärtigen Objekts ein Punkt auf der Tafel entsprechen, der von ihm allein die Stralen empfängt. Wenn man das Glas von dem Loche MN wegnähme, so würde die Tafel ganz anders erhellet werden, weil alsdenn jeder Punkt des Objekts seine Stralen über die ganze Tafel verbreiten würde; dergestalt, daß jeder Punkt der Tafel von allen auswärtigen Gegenständen zugleich erhellet würde, anstatt daß

er

er jetzt nur von einem einzigen Punkt des Objekts, von dem er die Stralen empfängt, erhellet wird; hieraus werden Ew. Hoheit leicht begreifen, daß die Wirkung ganz anders seyn muß, als wenn die Stralen schlechtweg durch das Loch MN in das Zimmer fielen.

Wir wollen ferner sehen, worinn dieser Unterschied bestehe, und wollen voraussetzen, daß der Punkt P des Objekts grün sey; der Punkt p an der Tafel wird also nur die grünen Stralen des Objekts P auffangen, welche, indem sie sich vereinigen, einen gewissen Eindruck machen, welcher hier zu untersuchen ist. Zum Behuf dieser Untersuchung werden Ew. Hoheit geruhen, sich folgender Sätze zu erinnern, welche ich Denenselben zu erklären ehemals die Ehre gehabt habe.

1) Die verschiedenen Farben unterscheiden sich auf eben die Art von einander, wie die verschiedenen Töne der Musik: eine jede Farbe wird hervorgebracht durch eine gewisse bestimmte Zahl von Vibrationen, welche in einer gegebenen Zeit in dem Aether erregt werden. Also ist die grüne Farbe unsers Punkts P einer gewissen Anzahl von Vibrationen eigen, und sie würde aufhören grün zu seyn, wenn diese Vibrationen mehr oder weniger schnell wären. Ob uns gleich die Anzahl der Vibrationen, welche diese oder jene Farbe hervorbringen, nicht bekannt ist, so wird es uns doch immer erlaubt seyn, hier anzunehmen, daß die grüne Farbe 12000 Vibrationen in einer Sekunde erfordere, und was wir hier von der angenommenen Zahl von 12000 sagen, wird sich auch leicht von der wahren Zahl verstehen, sie sey, welche sie wolle.

2) Dieß zum Grunde gesetzt, wird der Punkt p auf der weissen Tafel durch Vibrationen gebildet, deren 12000 in einer Sekunde geschehen. Nun habe ich

 aber

aber angemerkt, daß alle Theile einer weissen Oberfläche von Natur aufgelegt sind, alle Arten von Erschütterungen, sie mögen mehr oder weniger schnell seyn, zu empfangen; da hingegen die Theile einer farbichten Oberfläche nur denjenigen Grad der Geschwindigkeit in der Bewegung anzunehmen geschickt sind, der ihrer Farbe angemessen ist. Weil also unsere Tafel weiß ist, so wird der Punkt p durch eine Vibration in Bewegung gesetzt seyn, die sich zu der grünen Farbe schickt: oder vielmehr er wird 12000 mahl in einer Sekunde bewegt werden.

3) So oft folglich der Punkt p oder der Theil der weissen Oberfläche, welcher sich in p befindet, von einer gleichen Bewegung erschüttert wird, so wird er die nämlichen Bewegungen den Theilchen des Aethers, die ihn umgeben, mittheilen; und da diese Bewegung sich überall verbreitet, so wird sie Stralen von eben der Natur, das ist, grüne Stralen hervorbringen: Eben so wie bey den Tönen der bloße Schall eines gewissen Tones, C zum Exempel, eine auf denselben Ton gestimmte Saite erschüttert, und sie ertönen macht, ohne daß sie berührt wird.

4) Der Punkt p von der weissen Tafel wird also grüne Stralen von sich werfen, als wenn er mit dieser Farbe gefärbt wäre: und was ich hier von dem Punkt p gezeigt habe, wird ebenfalls von allen andern Punkten der erhellten Tafel gelten, welche alle Stralen in eben der Farbe von sich werfen werden, die das Objekt hat, dessen Bild sie vorstellen. Jeder Punkt der Tafel wird also unter einer gewissen Farbe sichtbar, auf eben die Art, als wenn sie würklich damit gefärbt wäre.

5) Man wird also auf der Tafel alle Farben der auswärtigen Objekte gewahr werden, deren Stralen durch das Glas in das Zimmer kommen: ein jeder Punkt

Punkt wird besonders in der Farbe des ihm entsprechenden Objekts erscheinen, und so wird man auf der Tafel mancherley Farben sehen, die hier eben so geordnet sind, wie man sie bey den Objekten selbst siehet, das ist, die eine Mahlerey, oder vielmehr ein vollständiges Gemählde, welches alle die Gegenstände, die sich ausser dem finstern Zimmer vor dem Glase M N befinden, ganz natürlich vorstellt.

6) Alle diese Objekte werden unterdessen verkehrt auf der Tafel erscheinen, wie Ew. Hoheit leicht aus demjenigen, was ich in meinen vorhergehenden Briefen gesagt habe, werden abnehmen können. Der Stamm des Baums O wird in o und der Gipfel P wird in p vorgestellt werden. Denn überhaupt muß ein jedes Objekt auf der weissen Tafel an dem Orte erscheinen, wo die gerade Linie hinkommt, die von dem Objekt P durch die Mitte des Glases gezogen wird; was oben ist wird folglich unten vorgestellet werden, und was zur linken ist, wird zur rechten erscheinen; mit einem Wort, alles wird auf dem Gemählde umgekehrt seyn; demohnerachtet wird die Vorstellung viel genauer und viel vollkommener seyn, als sie der geschickteste Mahler geben könnte.

7) Ew. Hoheit werden übrigens bemerken, daß dieses Gemälde um so viel kleiner seyn wird als die Objekte selbst, je kürzer der Focus des Glases ist. Die Gläser also, welche einen kurzen Focus haben, verkleinern die Objekte; und wenn man die Objekte vergrößert zu sehen wünscht, so muß man sich dazu solcher Gläser bedienen, die einen längern Focus haben, oder die die Bilder in einer grössern Entfernung vorstellen.

8) Um diese Vorstellungen mit grösserer Bequemlichkeit betrachten zu können, fängt man die Stralen durch

durch einen Spiegel auf, von dem sie dergestalt zurückprallen, daß sie die ganze Schilderey auf einer horizontalen Tafel vorstellen; welches besonders sehr bequem ist, wenn man dasjenige, was man daselbst vorgestellt sieht, copiren will.

den 2ten Jänner 1762.

Hundert und fünf und neunzigster Brief.

Ob Ew. Hoheit gleich, in Ansehung der Vorstellungen, welche in einer Camera obscura durch ein convexes Glas hervorgebracht werden, keinen Zweifel hegen, so hoffe ich doch, daß die folgenden Anmerkungen nicht überflüßig seyn werden, weil sie dazu dienen, diese Materie in ein helleres Licht zu stellen.

1) Es ist fürs erste nothwendig, daß das Zimmer vollkommen dunkel sey; denn wenn es hell wäre, so würde die weisse Tafel von selbst sichtbar seyn, und da die Theilchen ihrer Oberfläche bereits erschüttert wären, so würden sie die Eindrücke der Stralen nicht mehr auffangen können, die sich vereinigten, um die Gegenstände ausser dem Zimmer abzubilden. Unterdessen wird man doch schon auf der Tafel eine Art von Vorstellung bemerken, so bald das Zimmer wenig hell ist, ob diese Vorstellung gleich nicht so lebhaft seyn wird, als wenn das Zimmer ganz dunkel wäre.

2) Zum andern muß man das auf der weissen Tafel ausgedruckte Gemählde wohl unterscheiden von dem Bilde, welches das Glas durch seine eigene Natur vorstellt, wie ich bereits oben erklärt habe. Es ist zwar wahr, daß wenn man die Tafel an denselben Ort stellte, wo die Gegenstände durch das Glas abgebildet werden, so würde sich dieses Bild mit dem Gemählde, welches man auf der Tafel gewahr wird, vermischen,

aber

aber immer bleiben diese beyden Dinge doch von einer ganz verschiedenen Natur: das Bild ist nichts als ein Gespenst oder ein in der Luft herumflatternder Schatten, der nur an gewissen Oertern sichtbar ist, unterdessen daß die Vorstellung ein wahres Gemählde bleibt, welches alle, die sich in dem Zimmer befinden, sehen können, und dem nichts als die Beständigkeit fehlt.

3) Um sich diesen Unterschied noch einleuchtender zu machen, darf man nur die Natur des Bildes o betrachten, welches in der beygefügten Figur durch das convexe Glas M N vorgestellt wird, und dessen Objekt sich in O befindet. Dieses Bild ist nichts anders als der Ort, wo die Stralen OM, OC, ON des Gegenstandes, nachdem sie das Glas durchschnitten, sich durch die Refraction vereinigen, und in der Folge ihren Weg auf eben die Art fortsetzen, als wenn sie von dem Punkt o kämen, ob sie gleich ihren Ursprung in O haben, und keinesweges in o.

4) Dieser Umstand macht das Bild o nur denen Augen sichtbar, die sich irgendwo zwischen dem Winkel R o Q, wie z. E. in S befinden, wo das Auge die Stralen, die demselben aus dem Punkt o entgegen kommen, gewiß empfangen wird; aber ein Auge, das sich ausser diesem Winkel, z. E. in F oder in V befinden, wird nicht das Geringste davon sehen, weil kein einziger von denen in o vereinigten Stralen seine Richtung dahin hat. Das Bild in o ist also von einem wirklichen Gegenstande sehr wesentlich unterschieden: es ist nur an gewissen Orten sichtbar, und gleicht darin demjenigen, was man von den Gespenstern erzählt.

5) Man stelle aber in o eine weisse Tafel, und mache, daß ihre Oberfläche in diesem Punkt o würklich in eine Erschütterung gesetzt werde, welche derjenigen gleicht,

gleich, die in dem Objekt O herrschet, alsdann bringt dieser Ort o der Oberfläche selbst Stralen hervor, die ihn überall sichtbar machen. Dieß ist also der Unterschied zwischen dem Bilde eines Objekts und der Vorstellung desselben, die in einer Camera obscura hervorgebracht wird; das Bild ist nur an gewissen Orten sichtbar, an den Orten nämlich, wo die Stralen, die ursprünglich von dem Objekte kommen, durchgehen; da hingegen das Gemählde, oder die auf der weissen Tafel abgebildete Vorstellung, durch ihre eigene Stralen sichtbar wird, die durch die Erschütterung der Theilchen ihrer Oberfläche entstehen, und folglich überall in der Camera obscura gesehen werden kann.

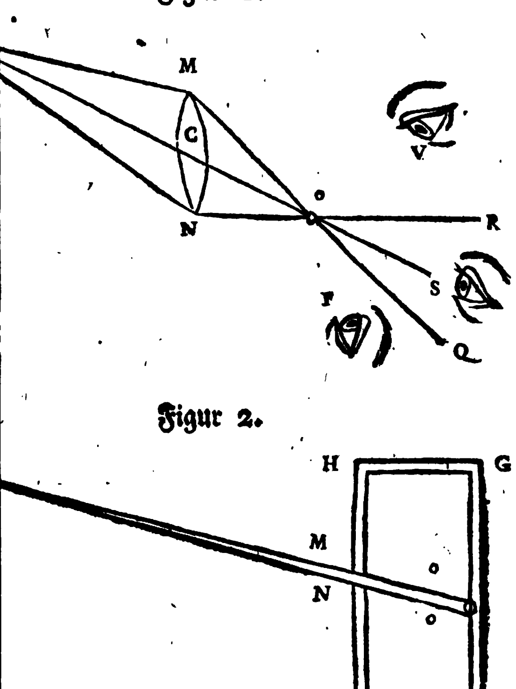
6) Man sieht auch, daß es unumgänglich nothwendig ist, daß man die Tafel genau an den Ort stelle, wo das Bild durch das Glas hervorgebracht wird; damit jeder Punkt der Tafel keine andere Stralen empfange, als die von einem einzigen Punkte des Objekts kommen: denn wenn andere Stralen auf einen solchen Punkt fielen, so würden sie die Wirkung der erstern stöhren, oder wenigstens die Vorstellung verwirrt machen.

7) Wenn man das Glas gänzlich wegnähme und wenn die Stralen einen freyen Eingang in die Camera obscura fänden, so würde die weisse Tafel, wie gewöhnlich, erhellet werden, ohne daß man auf derselben das geringste von einem Gemählde sähe; auf jeden Punkt der Tafel würden Stralen verschiedener Objekte fallen und würden daselbst kein bestimmtes Bild ausdrücken. Das Gemählde, welches man in einer Camera obscura auf einer weissen Oberfläche sieht, ist also die Wirkung des in dem Fensterladen befestigten convexen Glases; dieß Glas vereinigt von neuem in einem einzigen Punkte alle die Stralen, die von einem Punkte des Objekts kommen.

8) Man

ter Theil. Hundert und fünf und
eunzigster Brief. Seite 190.

Figur 1.



Figur 2.

gleicht, die in dem Objekt O herrschet, alsdann bringt dieser Ort o der Oberfläche selbst Stralen hervor, die ihn überall sichtbar machen. Dieß ist also der Unterschied zwischen dem Bilde eines Objekts und der Vorstellung desselben, die in einer Camera obscura hervorgebracht wird; das Bild ist nur an gewissen Orten sichtbar, an den Orten nämlich, wo die Stralen, die ursprünglich von dem Objekte kommen, durchgehen; da hingegen das Gemählde, oder die auf der weissen Tafel abgebildete Vorstellung, durch ihre eigene Stralen sichtbar wird, die durch die Erschütterung der Theilchen ihrer Oberfläche entstehen, und folglich überall in der Camera obscura gesehen werden kann.

6) Man sieht auch, daß es unumgänglich nothwendig ist, daß man die Tafel genau an den Ort stelle, wo das Bild durch das Glas hervorgebracht wird; damit jeder Punkt der Tafel keine andere Stralen empfange, als die von einem einzigen Punkte des Objekts kommen: denn wenn andere Stralen auf einen solchen Punkt fielen, so würden sie die Wirkung der erstern stöhren, oder wenigstens die Vorstellung verwirrt machen.

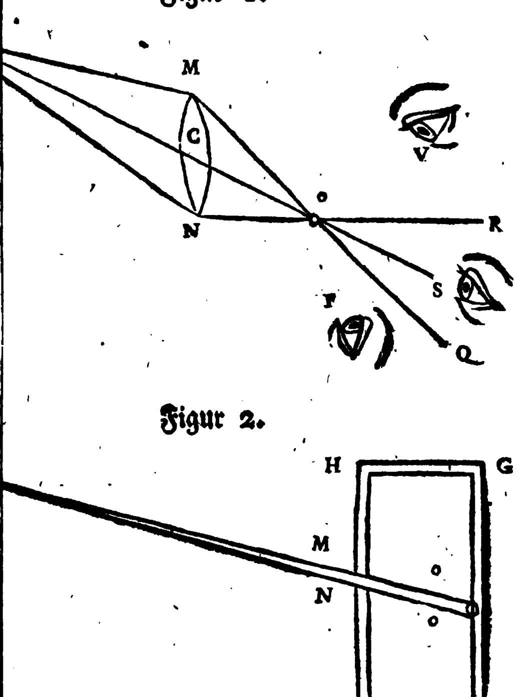
7) Wenn man das Glas gänzlich wegnähme und wenn die Stralen einen freyen Eingang in die Camera obscura fänden, so würde die weisse Tafel, wie gewöhnlich, erhellet werden, ohne daß man auf derselben das geringste von einem Gemählde sähe; auf jeden Punkt der Tafel würden Stralen verschiedener Objekte fallen und würden daselbst kein bestimmtes Bild ausdrücken. Das Gemählde, welches man in einer Camera obscura auf einer weissen Oberfläche sieht, ist also die Wirkung des in dem Fensterladen befestigten convexen Glases; dieß Glas vereinigt von neuem in einem einzigen Punkte alle die Stralen, die von einem Punkte des Objekts kommen.

8) Man

ter Theil. Hundert und fünf und
eunzigster Brief. Seite 190.

Figur 1.

Figur 2.



8) Man bemerkt unterdessen hier eine ganz besondere Erscheinung, wenn das in dem Fensterladen der Camera obscura gemachte Loch sehr klein ist: wenn sich alsdenn gleich in demselben kein Glas befindet, so wird man dennoch an der gegenüberstehenden Wand, die Bilder der auswärtigen Objekte selbst mit ihren natürlichen Farben gewahr: aber diese Vorstellung ist sehr schwach und verwirrt, und indem man das Loch erweitert, verschwindet das ganze Schauspiel. Ich sehe mich verbunden, die Ursache dieser Erscheinung zu erklären.

In der hier beygefügten Figur ist MN die kleine Oefnung, durch welche die Stralen der äussern Objekte in die Camera obscura EFGH kommen. Die Mauer FH dem Loche gegenüber ist weiß, um desto besser die Eindrücke von Stralen aller Art anzunehmen.

Der Punkt O bedeute ein Objekt, von dem nur die Stralen OM, ON, und diejenigen, die sich zwischen ihnen befinden, in das Zimmer kommen können. Alsdenn werden diese Stralen auf den kleinen Raum o o der Wand fallen und ihn erleuchten: dieser Raum o o wird um so viel kleiner seyn, oder wird sich um so viel mehr einem Punkte nähern, je kleiner das Loch MN seyn wird: wenn also dieses Loch äusserst klein wäre, so würden wir die vorhergehende Wirkung erfahren, wo jeder Punkt der weissen Tafel nur die Stralen von einem einzigen Punkt des Objekts empfängt: es würde sich folglich daselbst eine Vorstellung ereignen, die derjenigen gliche, welche ein convexes in dem Loche des Fensterladens gestelltes Glas hervorbringen würde. Da aber in dem gegenwärtigen Falle das Loch doch immer eine gewisse Ausdehnung hat, sie mag so klein seyn als sie immer wolle, so wird jeder Punkt O des Objekts einen gewissen kleinen Raum o o an der Mauer erhellen und

durch

durch seine Stralen erschüttern. Es ist fast eben so, als wenn ein Mahler, anstatt Punkte auf dem Gemählde zu machen, mit einem grossen Pinsel Flecken von einer gewissen Grösse auf demselben machen wollte, dabey aber doch die Zeichnung und das Colorit beobachtete: einer solchen Kleckerey würde unsere Vorstellung an der Mauer gleichen: unterdessen wird sie doch immer sauberer werden, je kleiner das Loch wird, durch welches die Stralen hereinfallen.

den 5ten Jänner 1761.

Hundert und sechs und neunzigster Brief.

Die Camera obscura hat eigentlich nur bey sehr entfernten Gegenständen ihre Wirkung, aber Ew. Hoheit werden leicht einsehen, daß ihr Gebrauch gleichmäßig auf nähere Objekte sich erstrecke; alsdann muß man die weisse Tafel weiter vom Glase entfernen, und zwar nach der allgemeinen Regel, daß je näher man das Objekt dem convexen Glase bringt, desto weiter das Bild sich entferne, wo die weisse Tafel hingestellt werden muß: auf den Fall aber, wenn das Zimmer nicht groß genug ist, darf man sich nur eines andern Glases bedienen, dessen Focus kürzer ist.

Man könnte also ausserhalb dem Zimmer vor dem Loche, wo sich das convexe Glas befindet, ein Objekt oder nur ein Gemählde hinstellen, so würde man eine Abbildung davon in der Camera obscura an der weissen Tafel entdecken, grösser oder kleiner als das Original, je nachdem der Abstand des Bildes grösser oder kleiner seyn würde. Es wäre zwar ohne Zweifel weit bequemer, wenn dieses Objekt in der Camera obscura selbst aufgestellt und behandelt werden könnte, wie man es für gut fände; aber es findet sich hier eine grosse Schwierigkeit, welche man auflösen muß; und diese

besteht

besteht darin, daß auf solche Art das Objekt selbst dunkel und folglich ungeschickt werden würde, den gewünschten Erfolg hervorzubringen.

Es kommt also darauf an, daß man ein Mittel finde, das in der Camera obscura befindliche Objekt so sehr als möglich zu erhellen, ohne daß das Licht in die Camera dringe. Ich habe ein Mittel gefunden, und Ew. Hoheit werden sich erinnern, daß ich es bey einer Maschine von dieser Art, die ich vor sechs Jahren Ew. Hoheit vorzustellen die Ehre hatte, in Erfüllung gesetzt habe: und jetzt werden Ew. Hoheit die Bauart und die Grundsätze, worauf sie sich gründet, sehr leicht einsehen.

Diese Maschine besteht in einem von allen Seiten fest zugemachten Kasten, der ungefähr der Figur gleicht, welche diesem Briefe beygefügt ist, und dessen hinterste Seite EG eine Oefnung IK hat, wo man die Objekte, Gemählde und Schildereyen OP, welche man vorstellen will, vorschieben kann; an der gegenüberstehenden Seite befindet sich eine Röhre MNQR, die ein convexes Glas MN in sich hält; diese Röhre ist beweglich, um das Glas nach Gefallen dem Objekte nähern zu können, oder es davon zu entfernen. Wenn alsdenn das Objekt OP gehörig erhellet ist, so wird das Glas das Bild op davon irgendwohin werfen, und wenn man eine weisse Tafel dahin stellt, so wird man daselbst eine vollkommene Abbildung des Objekts sehen, die um so viel heller seyn wird, je mehr das Objekt selbst erhellet ist.

Zu dem Ende habe ich in diesem Kasten zwey Flügel an den Seiten angebracht, um einige Lampen mit dickem Tocht dahin zu stellen, und noch überdem jeden Flügel mit einem Spiegel versehen, der das Licht der Lampen auf die Objekte OP zurückwirft. Endlich ist

oben EF ein Schornstein, wo der Dampf der Lampen seinen Ausgang hat. Dieß ist die Zusammensetzung dieser Maschine, in welcher das Objekt OP ausserordentlich stark erleuchtet werden kann, ohne daß die Dunkelheit des Zimmers verringert wird. In Ansehung des Gebrauchs dieser Maschine muß man sich folgende Artikel merken:

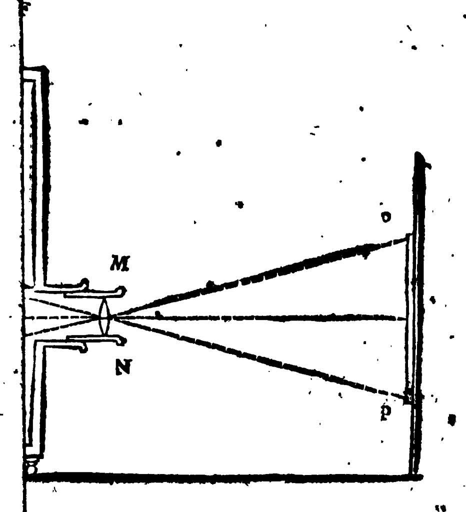
1). Wenn man das Rohr MNQR hineinschiebt, oder wenn man das Glas MN dem Objekte OP nähert, so wird das Bild o p sich entfernen, und dann muß man die weisse Tafel zurücksetzen, damit sie daselbst das Bild auffangen könne; in diesem Falle wird das Bild auch viel grösser werden, und man kann das Bild so sehr vergrössern, als man nur will, indem man das Glas MN dem Objekt OP immer mehr nähert.

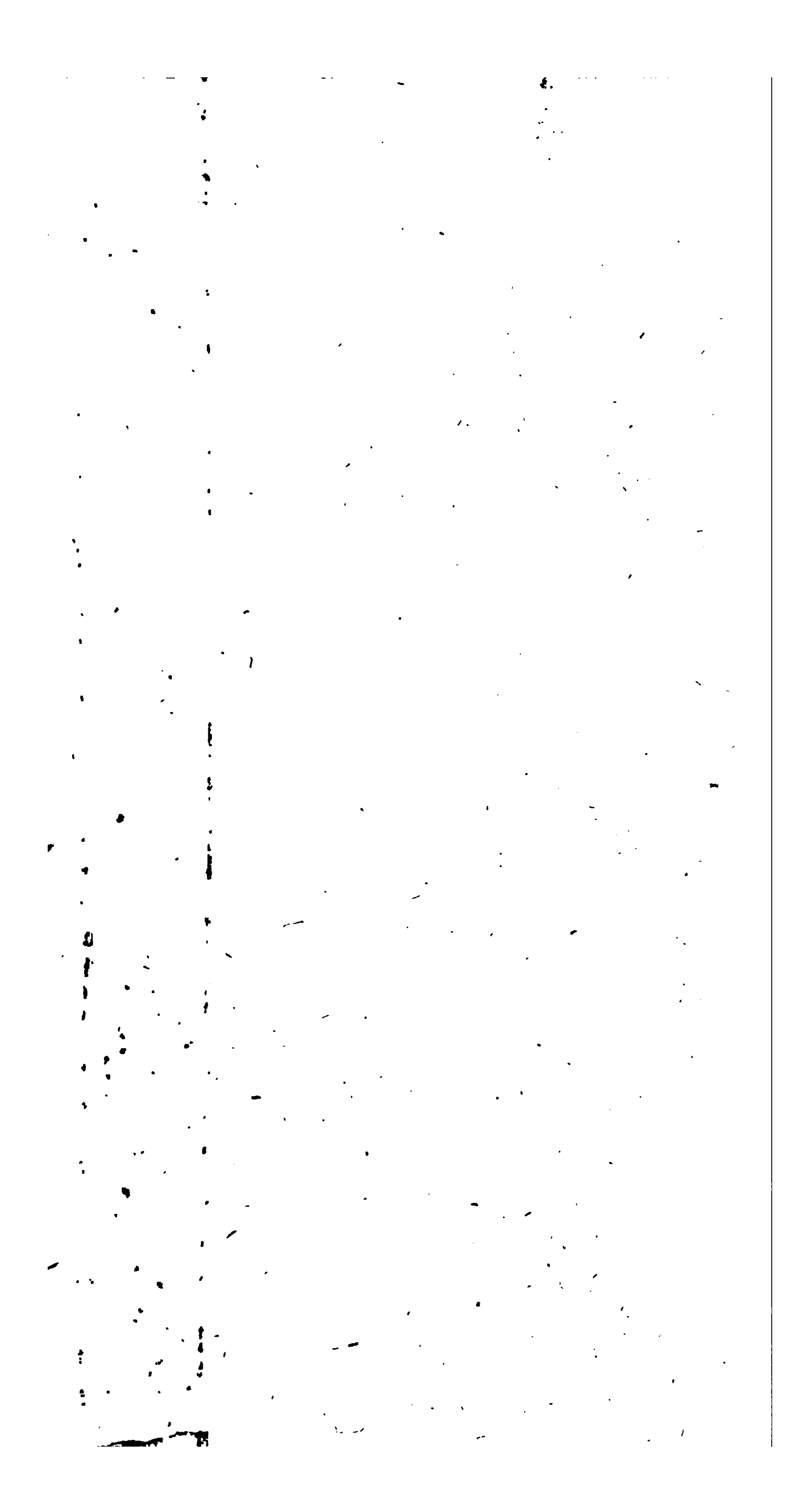
2) Wenn man das Glas durch Verlängerung des Rohres MNQR von dem Objekt entfernet, so wird der Abstand des Bildes kleiner, und man muß die weisse Tafel dem Glase nähern, wenn man die Vorstellung rein und wohl ausgedruckt haben will; aber sie wird in diesem Falle viel kleiner.

3) Es ist auch bekannt, daß das Bild jederzeit verkehrt erscheint, aber es ist leicht, dieser Unschicklichkeit abzuhelfen, man darf nur das Objekt OP selbst umkehren, indem man das Oberste nach unten wendet, so wird das Bild an der weissen Tafel aufrecht erscheinen.

4) Noch eine allgemeine Anmerkung ist, daß das Bild an der weissen Tafel immer weniger Licht haben, und zuletzt gar dunkel werden wird, je mehr man es vergrössert: da es hingegen, je kleiner man es macht, um desto lichter und glänzender wird. Die Ursache davon ist sehr einleuchtend, die ganze Helligkeit kommt von der Erleuchtung des Objekts her, jemehr diese also in einem gros-

eil. Hundert und sechs und
gster Brief. Seite 194.





grossen Raume ausgebreitet ist, desto mehr muß sie geschwächt werden, da sie hingegen, so bald sie in einen engern Raum eingeschränkt wird, desto lebhafter und glänzender wird.

5) Je mehr man also die Vorstellung vergrössern will, desto mehr muß man die Erleuchtung des Objekts verstärken, indem man mehrere Lampen in den Flügeln der Maschine anzündet, oder auch, indem man ihre Flamme vergrössert; für kleine Vorstellungen aber ist eine mittelmäßige Erleuchtung hinreichend.

Diese Maschine, wovon ich eben die Beschreibung gemacht habe, heist eine magische Laterne, zum Unterschied von der gewöhnlichen Camera obscura, deren man sich bedient, die sehr weit entfernten Gegenstände vorzustellen: ihre Gestalt hat zweifelsohne den Namen Laterne veranlasset, und zwar hauptsächlich, weil man Licht darin einschliest; aber das Beywort magisch kommt daher, weil die erstern Besitzer den gemeinen Mann haben überreden wollen, daß darunter etwas magisches oder eine Zauberey verborgen läge. Unterdessen sind doch die gewöhnlichen magischen Laternen nicht auf diese Art zusammengesetzt, man stellt auch durch dieselben keine andere Gegenstände vor, als auf Glas gemahlte Figuren, da hingegen diese Maschine, deren Zusammensetzung ich erfunden habe, zu allerhand Gegenständen gebraucht werden kann.

Man kann sich derselben gar zu Vorstellung der kleinsten Objekte bedienen, um sie auf eine wunderbare Art zu vergrössern, dergestalt, daß die kleinste Fliege so groß wie ein Elephant scheint: alsdenn aber ist die gewöhnliche Helligkeit der Lampen nicht hinreichend; man muß die Maschine so einrichten, daß die Gegenstände durch Sonnenstralen, die man noch überdem durch ein Brennglas verstärkt, erleuchtet werden: und dann ändert

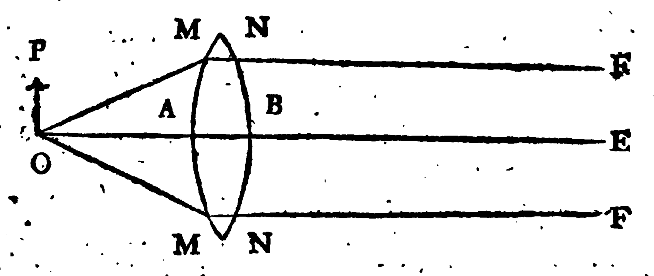
die Maschine abermals ihren Namen, und wird ein Sonnenmikroskop genennt, wovon ich in der Folge Gelegenheit haben werde, weitläufiger zu reden.

den 9ten Jänner 1762.

Hundert und sieben und neunzigster Brief.

Man bedient sich auch convexer Gläser, um unmittelbar durch dieselben zu sehen: um aber ihren verschiedentlichen Gebrauch zu erklären, müssen wir unsere Untersuchungen über ihre Natur noch weiter fortsetzen.

Nachdem ich den Focalabstand eines solchen Glases beobachtet, habe ich bereits angemerkt, daß, wenn das Objekt sehr weit davon entfernt ist, sein Bild in dem Focus selbst vorgestellt werde; wenn man aber das Objekt dem Glase nähert, das Bild sich immer weiter und weiter davon entferne, dergestalt, daß, wenn der Abstand des Objekts dem Focalabstande des Glases gleich ist, das Bild sich ins Unendliche davon entferne, und folglich unendlich groß werde.

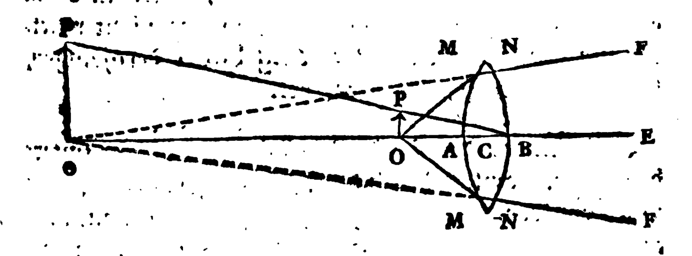


Die Ursache davon ist, weil die Stralen OM OM, welche aus dem Punkt O auf das Glas fallen, durch das Glas gebrochen werden, dergestalt, daß sie mit einander parallel werden, wie NF und NF, und da man von den Parallellinien glaubt, daß sie ins Unend-

liche

liche (einander parallel) fortlaufen; und da das Bild immer da ist, wo sich die Stralen, die aus einem Punkt des Objekts ausgegangen sind, von neuem nach der Refraction vereinigen; so wird in dem Falle, wo der Abstand des Objekts OA dem Focalabstande des Glases gleich ist, der Ort des Bildes sich ins Unendliche entfernen, und weil es gleichgültig ist, sich vorzustellen, daß die Parallellinien NF und NF zur Linken oder zur Rechten ins Unendliche fortlaufen; so kann man eben sowohl sagen, das Bild befinde sich zur Rechten, als man sagen kann, es befinde sich zur Linken; denn in einer unendlichen Entfernung bleibt die Wirkung immer dieselbe.

Dieß wohl angemerkt, werden Ew. Hoheit leicht beurtheilen, wo sich das Bild befinden müsse, wenn man das Objekt dem Glase nähert.



Es sey OP das Objekt, und weil dessen Abstand OA von dem convexen Glase kleiner ist, als der Focalabstand des Glases, so sind die Stralen OM OM, welche aus dem Punkt O auf das Glas fallen, zu sehr divergent, als daß die brechende Kraft des Glases sie mit einander parallel machen könnte: sie werden also auch nach der Brechung divergent bleiben, wie solches die Linien NF und NF anzeigen, aber sie werden es weit weniger seyn als vorher, und wenn man folglich

diese Linien rückwärts verlängert, so werden sie irgendwo in o zusammenlaufen, wie Ew. Hoheit an den punktirten Linien No und No sehen können. Folglich halten die Stralen NF und NF, nachdem sie durch das Glas gegangen sind, den nämlichen Weg, als wenn sie aus dem Punkt o kämen, ob sie gleich durch diesen Punkt nicht gegangen sind, weil sie nur erst in dem Glase diesen neuen Weg genommen haben. Ein Auge also, welches diese gebrochene Stralen NF, NF empfängt, wird eben so afficirt werden, als wenn diese Stralen wirklich aus dem Punkt o kämen, und wird sich folglich einbilden, daß der Gegenstand seines Sehens sich in o befinde. Nie wird daselbst das Bild seyn, wie in dem vorhergehenden Fall, man möchte immerhin in o eine weisse Tafel stellen, so wird sich doch nie ein Gemählde daselbst vorstellen, aus Mangel der Stralen, deswegen sagt man auch, es sey in o ein eingebildetes Bild, das ist, ein Bild, das nicht würklich ist: weil man das Wort eingebildet demjenigen, was würklich ist, entgegensetzet.

Ein Auge, das sich in E befindet, empfängt unterdessen den nämlichen Eindruck, als wenn das Objekt OP, von dem die Stralen ursprünglich ausgehen, in o existirte. Es ist also, eben wie in den vorigen Fällen, sehr wichtig, daß man sowohl den Ort, als die Grösse des eingebildeten Bildes op wisse. Was den Ort betrift, darf man nur merken, daß wenn der Abstand des Objekts AQ gleich wäre dem Focalabstande des Glases, das Bild dadurch ins Unendliche entfernt würde, und dies ist es, was der gegenwärtige Fall mit dem vorhergehenden gemein hat; je mehr man aber das Objekt dem Glase nähert, oder je kleiner der Abstand AQ wird, als es der Focalabstand ist, desto mehr nähert sich auch das eingebildete Bild dem Glase,

aber

aber doch dergestalt, daß es immer weiter vom Glase entfernt bleibt, als das Objekt selbst.

Um die Sache durch ein Exempel zu erläutern, wollen wir annehmen, der Focalabstand des Glases sey 6 Zoll, und die beygefügte Tabelle soll uns anzeigen, wie groß jedesmahl die Entfernung des eingebildeten Bildes op nach Maaßgabe der Entfernung des Objekts sey:

Abstand des Objekts AO	Abstand des eingebildeten Bildes Ao
6	unendlich.
5	30
4	12
3	6
2	3
1	1 und ein Fünftheil.

Was die Grösse dieses eingebildeten Bildes op betrift, so ist die Regel zu Ausfindung derselben leicht und allgemein, man darf nur durch die Mitte des Glases (welche ich mit dem Buchstaben C bemerket habe) und durch das äusserste Ende des Objekts P die gerade Linie CPp ziehen; und da, wo sie der Linie op begegnet, welche in o senkrecht auf die Axe des Glases gezogen ist, wird sie die Grösse des eingebildeten Bildes op darstellen; woraus man siehet, daß dieses Bild jederzeit grösser ist, als das Objekt OP selbst, und zwar um so vielmahl grösser, als es weiter vom Glase entfernt ist, als das Objekt OP. Man sieht auch, daß dieses Bild nicht umgekehrt ist, wie in dem vorhergehenden Falle, sondern daß es aufrecht steht, so wie das Objekt.

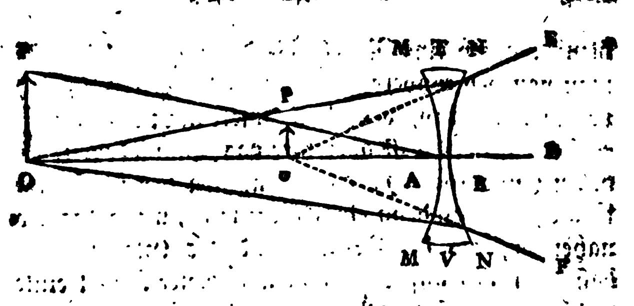
Hieraus können Ew. Hoheit begreifen, welchen Vortheil Personen aus diesen Gläsern ziehen, die kein

gutes Gesicht haben, wenn sie Gegenstände in der Nähe betrachten sollen, die aber desto besser in der Ferne sehen. Diese Personen dürfen nur die Gegenstände durch convexe Gläser betrachten, und sie werden sie sehen, als wenn sie sehr entfernt wären. Der Fehler, daß man nämlich die Gegenstände in der Nähe nicht sehen kann, findet sich gewöhnlicher Weise bey den Alten, die sich aus diesem Grunde solcher Brillen bedienen, die aus zwey convexen Gläsern bestehen, und die, wenn sie der Sonne entgegen gestellt werden, eben so gut brennen als ein Brennglas, woraus man eben den Abstand des Brennpunkts von jedem dieser Gläser kennen lernen kann. Einige Personen müssen Brillen mit einem kurzen Brennpunkt haben, andere hingegen mit einem längern, jede nach der Beschaffenheit seines Gesichts; mir ist es aber vorjetzt genug, daß ich den Gebrauch dieser Brillen im allgemeinen beschrieben habe.

den 12ten Jänner 1762.

Hundert und acht und neunzigster Brief.

Ew. Hoheit haben eben gesehen, wie die convexen Gläser dem Gesicht der Alten zu Hülfe kommen, indem sie ihnen die Objekte weit entfernter vorstellen, als sie würklich sind; es giebt aber auch Augen, welche fordern, daß die Gegenstände, wenn sie dieselben deutlich sehen sollen, näher vorgestellet werden, als sie würklich sind, und die concaven Gläser leisten ihnen diesen Dienst: dieß führt mich zur Erklärung der Wirkungen der concaven Gläser, welche der Wirkung der convexen gerade entgegen sind.



Wenn das Objekt OP sehr weit entfernt ist, und wenn seine Stralen OM, OM beynahe parallel auf das concave Glas TV fallen, so werden sie, anstatt durch die Brechung des Glases convergent zu werden, vielmehr divergent, indem sie ihren Weg nach den Linien NF, NF verfolgen, die, wenn sie rückwärts verlängert werden, in den Punkt o zusammenlaufen, dergestalt, daß ein Auge, welches sich z. E. in E befände, die Stralen auf eben die Art gebrochen empfangen würden, als wenn sie aus dem Punkt o kämen, ob sie gleich würklich aus dem Punkt O kommen; und aus diesem Grunde habe ich in der Figur die geraden Linien No, No punktirt.

Da man annimmt, das Objekt sey unendlich entfernt, so würde, wenn das Glas convex wäre, der Punkt o das seyn, was man den Focus nennt; weil aber hier kein wesentlicher Zusammenschuß von Stralen ist, so nennt man alsdenn diesen Punkt, den eingebildeten Focus des concaven Glases; einige Schriftsteller nennen ihn auch den Zerstreuungspunkt, weil die durch das Glas gebrochene Stralen aus diesem Punkt zerstreut zu werden scheinen.

Die concaven Gläser haben also keinen wahren Focus, wie die convexen, sondern nur einen eingebildeten, dessen Abstand von dem Glase A o unterdessen doch auch der Focalabstand des Glases genennet wird, und dazu

 dienet,

dienet, durch eine Regel, die derjenigen gleich ist, die man von den converen Gläsern giebt, den Ort des Bildes zu bestimmen, wenn das Objekt nicht unendlich weit entfernt ist. Es ist aber hier das Bild jederzeit eingebildet (imaginaire), da es hingegen bey den converen Gläsern nur alsdenn eingebildet wird, wenn das Objekt näher ist, als der Focalabstand des Glases. Ohne, daß man sich auf die Erklärung dieser Regel einlasse, welche nur bloß die Berechnung betrift, darf man nur anmerken:

1) Daß, wenn das Objekt OP unendlich weit entfernt ist, das eingebildete Bild op in dem Focalabstand des concaven Glases vorgestellet werde, und zwar von eben der Seite, wo sich das Objekt befindet. Ob indessen gleich dieses Bild nur eingebildet ist, so wird das Auge, welches sich in E befindet, doch auf eben die Art davon afficirt, als wenn es würklich wäre; wie ich schon die Ehre gehabt habe, Ew. Hoheit zu sagen, als von dem Fall die Rede war, wenn bey den converen Gläsern das Objekt dem Glase näher ist, als dessen Focalabstand.

2) Wenn man das Objekt OP dem Glase nähert, so wird das Bild op sich auch demselben nähern, aber so, daß das Bild immer dem Glase näher seyn wird, als das Objekt, anstatt daß bey den converen Gläsern das Bild immer weiter entfernt ist, als das Objekt. Um dieß deutlicher zu machen, wollen wir annehmen, der Focalabstand des concaven Glases sey 6 Zoll; so wird,

wenn

wenn der Abstand des Objekts OA ist,	der Abstand des Bildes oA seyn.
unendlich	6
30	5
12	4
6	3
3	2
2	1½

3) Was die Grösse des eingebildeten Bildes op betrift, so bestimmt man sie jederzeit nach einer und derselben Regel. Man zieht aus der Mitte des Glases eine gerade Linie bis zu dem äussersten Ende des Objekts P; diese wird alsdenn auch durch das äusserste Ende des Bildes p gehen. Denn weil die Linie PA einen Stral vorstellt, der von dem äussersten Ende des Objekts kommt, so muß dieser nämliche Stral nach der Brechung nothwendig das äusserste Ende des Bildes berühren; weil aber dieser Stral PA durch die Mitte des Glases gehet, so leidet er keine Brechung, er muß also selbst durch das äusserste Ende des Bildes gehen, welches sich in p befindet.

4) Dieses Bild ist nicht verkehrt, sondern in der natürlichen Stellung, wie das Objekt; und man kann die allgemeine Regel wahrnehmen, daß das Bild, so oft es von eben der Seite des Glases kommt, wo sich das Objekt befindet, jederzeit aufrecht erscheint, das Glas mag convex oder concav seyn; wenn aber das Bild auf der andern Seite des Glases vorgestellt wird, alsdenn erscheint das Bild verkehrt; dieser Fall kann aber nur bey den convexen Gläsern statt finden.

5) Hieraus erhellet, daß die Bilder, welche durch concave Gläser vorgestellt werden, immer kleiner sind, als die Objekte: die Ursache ist deutlich, weil die Bilder

weit

weit näher sind als die Objekte; man darf nur die Figur betrachten, um sich von dieser Wahrheit zu versichern. Dieß sind die Haupteigenschaften, die man sich von der Natur der concaven Gläser und von der Art, wie sie die Objekte vorstellen, zu merken hat.

Nunmehr ist es leicht zu begreifen, wie die concaven Gläser denenjenigen so grosse Dienste leisten, die ein kurzes Gesicht haben. Ew. Hoheit kennen wohl Personen, die nicht lesen oder schreiben können, ohne daß sie das Papier beynahe mit der Nase berühren. Damit nun diese Leute deutlich sehen, so ist es nothwendig, daß sie die Objekte ihren Augen nähern, und ich glaube schon bemerkt zu haben, daß man sie Miopes nennt: diesen Leuten werden also die concaven Gläser von fürtrefflichen Nutzen seyn, denn sie stellen ihnen die entferntesten Gegenstände ganz nahe vor: weil die Bilder von diesen Gläsern nicht weiter entfernt sind, als so viel ihr Focal-Abstand ausmacht, der mehrentheils nicht einige Zoll überschreitet.

Es ist zwar wahr, daß diese Bilder auch viel kleiner sind, als die Objekte selbst; aber dieses giebt der deutlichen Erscheinung kein Hinderniß. Ein kleines Ding in der Nähe kann uns weit grösser scheinen, als ein sehr grosser Körper, wenn er sehr weit entfernt ist. Ein kleines Zweydreyerstück *) wird Ew. Hoheit in der That grösser scheinen, als der größte Stern des Himmels, wenn dieser Stern gleich die Erde an Grösse überträfe.

Diejenigen also, welche ein kurzes Gesicht haben, oder die Miopes, bedürfen solcher Gläser, die ihnen die

*) Eine kleine Silbermünze, die den 48sten Theil eines Thalers ausmacht, und ein wenig grösser als der Augapfel ist.

die Objekte näher vorstellen; und dieß sind die concaven Gläser. Diejenigen aber, die ein weites Gesicht haben, welche man Presbites nennt, müssen convexe Gläser haben, die ihnen die Gegenstände in einer weitern Entfernung vorstellen.

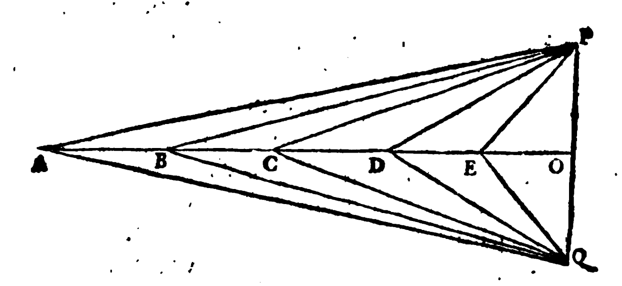
den 16ten Jänner 1762.

Hundert und neun und neunzigster Brief.

Ich habe die Ehre gehabt, mit Ew. Hoheit von den Kurzsichtigen (Miopes) zu reden, welche genöthigt sind, sich concaver Gläser zu bedienen, um die entfernten Gegenstände deutlich zu sehen, dahingegen die Presbiten sich convexer Gläser bedienen, um die nahen Gegenstände gut zu sehen: jedes Gesicht hat seine Grenzen, jeder wünscht ein Glas zu haben, das ihm die Gegenstände vollkommen vorstellt. Bey den Miopen ist diese Entfernung sehr klein, und bey den Presbiten sehr groß: man findet aber auch Augen von so guter Beschaffenheit, daß sie nahe und entfernte Gegenstände gleich gut sehen.

Das Gesicht eines Menschen mag unterdessen beschaffen seyn, wie es wolle, so muß die Entfernung niemals gar zu klein seyn, es giebt keine Miopen, welche in einer Entfernung, die kleiner ist als ein Zoll, deutlich sehen könnten. Ew. Hoheit werden wohl sonder Zweifel bemerkt haben, daß Dieselben, wenn Sie einen Gegenstand ihren Augen gar zu sehr nähern, nur sehr undeutlich sehen; dies hat seinen Grund in dem Bau der Augen, welcher bey den Menschen so beschaffen ist, daß sie in einer gar zu kleinen Entfernung nicht sehen können: es ist aber gar kein Zweifel, daß die Insekten nicht in sehr kleinen Entfernungen sollten sehen können, und daß die sehr weit entfernten Gegenstände ihnen un-

unsichtbar bleiben. Ich glaube nicht, daß eine kleine Fliege die Sterne sehen kann, weil sie in der Entfernung eines Zehntheil Zolles, wo wir nicht das geringste sehen, sehr gut siehet. Diese Betrachtung führt mich zur Erklärung der Mikroskope, welche uns die allerkleinsten Gegenstände so vorstellen, als wenn sie sehr groß wären. Um von denselben eine passende Idee zu geben, muß man die scheinbare Grösse eines jeden Objekts von der würklichen wohl unterscheiden; diese macht den Gegenstand der Geometrie aus, und ist unwandelbar, so lange der Körper in seinem Zustande bleibt. Aber die scheinbare Grösse kann sich ins Unendliche verändern, ob der Körper gleich immer derselbe bleibt. So scheinen uns die Sterne äusserst klein, obgleich ihre wahre Grösse erstaunenswürdig ist. Die Ursache ist, weil wir von denselben so sehr weit entfernt sind. Wenn es uns verstattet wäre, uns denselben zu nähern, so würden sie uns viel grösser scheinen, woraus Ew. Hoheit leicht urtheilen werden, daß die scheinbare Grösse von dem Winkel abhängt, den die von den äussersten Enden des Objekts in unser Auge fallende Stralen machen.

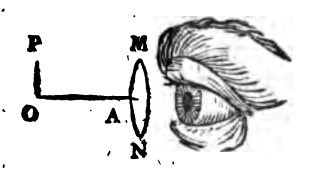


Es sey POQ das Objekt unsers Sehens, welches, wenn das Auge sich in A befindet, unter dem Winkel PAQ erscheinen wird, welcher der Sehwinkel genannt wird,

wird, und uns die scheinbare Grösse dieses Objekts anzeiget; woraus erhellet, daß, je weiter das Auge sich von dem Objekt entfernet, desto kleiner dieser Winkel wird; und also ist es möglich, daß die größten Körper uns unter sehr kleinen Sehwinkeln erscheinen, wenn wir nur weit genug von denselben entfernt sind, wie es bey den Sternen der Fall ist. Wenn sich aber das Auge dem Objekte nähert, und wenn es dasselbe aus B betrachtet, so wird es ihm unter dem Sehwinkel BPQ erscheinen, der augenscheinlich größer ist, als PAQ. Wir wollen das Auge bis in C nähern, und der Sehwinkel PCQ wird noch größer seyn. Wenn man ferner das Auge in D stellet, so wird der Sehwinkel PDQ seyn, und wenn man es bis in E nähert, so ist der Sehwinkel PEQ immer größer. Je mehr man also das Auge dem Objekte nähert, desto größer wird der Sehwinkel, und desto größer folglich die scheinbare Größe. So klein also das Objekt seyn mag, so ist es doch möglich, dessen scheinbare Größe so oft zu vermehren als man nur will: man darf es nur in die Nähe bringen, die zu einem Sehwinkel von dieser Größe erfordert wird. Auf diese Art wird eine Fliege, wenn sie nur dem Auge nahe genug ist, unter einem eben so großen Winkel erscheinen, als ein Elephant in der Entfernung von 10 Schuh. Bey einer solchen Vergleichung muß man die Entfernung sorgfältig beyfügen, in welcher man den Elephanten zu sehen annimmt. Denn ohne diese Bedingung würde man gar nichts sagen; weil ein Elephant uns nur denn groß scheint, wenn wir nicht weit von ihm entfernt sind. Schon in der Entfernung einer Meile kann man vielleicht einen Elephanten nicht mehr von einem Schweine unterscheiden, und wenn er in den Mond versetzt würde, so würde er wegen der Kleinheit seiner scheinbaren Größe ganz und gar unsichtbar werden; und in diesem

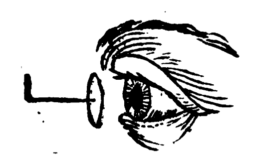
Be-

III. Die Brennweite des Glases MN ist 6 Linien.



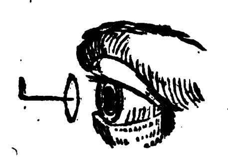
Dieses Mikroskop vergrössert 16mahl.

IV. Die Brennweite dieses Glases ist 4 Linien.



Dieses Mikroskop vergrössert 24mahl.

V. Die Brennweite dieses Glases ist 3 Linien.



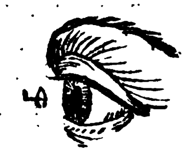
Dieses Mikroskop vergrössert 32mahl.

VI. Die Brennweite dieses Glases ist 2 Linien.



Dieses Mikroskop vergrössert 48mahl.

VII. Die Brennweite dieses Glases ist nur eine Linie.



Dieses Mikroskop vergrössert 96mahl.

Man kann auch noch weit kleinere Mikroskope machen. Die Künstler verfertigen solche und verschaffen uns durch dieses Hülfsmittel weit beträchtlichere Wirkungen, wobey man wohl zu bemerken hat, daß die Distanz des Objekts vom Glase je länger je kleiner wird, weil sie der Brennweite des Glases beynahe gleich seyn muß. Ich sage beynahe, weil jedes Auge je nach seiner Beschaffenheit das Glas um ein klein wenig mehr oder minder dem Objekte nähert; die Miopen nähern es mehr, und die Presbiten weniger. Hieraus sehen Ew. Hoheit, daß, je grösser die Wirkung ist, je kleiner wird das Glas oder der Mikroskop, und je näher muß man auch das Objekt bringen: welches eine sehr grosse Schwierigkeit ist, einerseits, weil es unbequem ist, durch ein so kleines Glas zu sehen, und anderseits, weil das Objekt so nahe am Auge befestigt werden muß. Man trachtet diesen Schwierigkeiten durch eine angemessene Einfassung, die ihren Gebrauch erleichtert, abzuhelfen, allein, das Sehen des Objekts wird beträchtlich verwirrt, so bald die Distanz des Objekts die geringste Veränderung leidet; und da bey den allerkleinsten Gläsern das Objekt das Glas beynahe berühren muß, so sieht man das Objekt nur undeutlich, so bald die Oberfläche des Objekts nur ein wenig uneben ist. Denn wenn sich die Erhöhungen in der gehörigen Distanz befinden, so sind

 die

die Vertiefungen allzuweit davon entfernt, und können also nicht anders als nur sehr undeutlich gesehen werden. Dieß ist die Hauptursache, die uns nöthigt, die einfachen Mikroskopen fahren zu lassen, wenn man Mikroskopen wünscht, die viel vergrössern, und unsre Zuflucht zu den zusammengesetzten Mikroskopen zu nehmen.

den 26sten Jänner 1762.

A 1

B

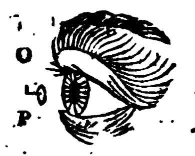
Zweyhundert und zweyter Brief.

Ew. Hoheit haben so eben gesehen, wie man einfache Mikroskopen machen muß, die so vielmahl vergrössern, als man nur wünschen kann, man darf nur eine gerade Linie von 8 Zoll festsetzen, wie diejenige ist, die ich AB bezeichnet habe *), die genau 8 Zoll des Rheinländischen Fußes enthalte, dessen man sich durch ganz Teutschland bedienet. Alsdann, so vielmahl als man vergrössern will, muß man diese Linie AB in so viel gleiche Theile theilen, deren einer die verlangte Brennweite des Glases geben wird. Also, wenn man 100mahl vergrössern will, so ist das Theilchen A 1 der hundertste Theil der Linie AB **), folglich muß man ein Glas machen, dessen Brennweite genau diesem Theilchen A 1 gleich sey, welches zugleich den Radius der Flächen des Glases abgiebt, das hier vorgestellt ist.

Ew.

*) Da es nicht möglich war, eine gerade Linie von acht Zoll hier vorzustellen, so hat man eine, die nur halb so groß ist, oder von 4 Zoll hergesetzt.

**) Nämlich, wenn die Linie AB 8 Zoll lang ist.



Ew. Hoheit sehen hieraus, daß je grösser die Wirkung ist, je kleiner das Glas seyn müsse, so auch seine Brennweite, in welcher man das Objekt O P vor das Glas stellen muß, während dem man das Auge hinten applicirt; und wenn man das Glas zweymahl kleiner machte, als ich es hier gezeichnet habe, damit es zweyhundertmahl vergrössere, so würde das Glas so klein werden, daß man beynahe ein Mikroskop nöthig haben würde, um das Glas selbst zu sehen; auch würde man sich so sehr nähern müssen, daß man das Glas fast berühren würde, welches unstreitig eine sehr grosse Schwierigkeit ist, wie ich bereits die Ehre gehabt anzumerken: so daß man kaum im Stande seyn wird, die Wirkung des Mikroskops über 200mahl hinaus zu treiben, welches nicht zureichend ist, um die allerkleinsten Dinge zu sehen, die die Natur in sich schließt. Das helleste Wasser enthält kleine Thierchen, die, wenn man sie gleich 200mahl vergrössert sieht, dennoch nur wie Flöhe erscheinen, und man würde Mikroskope nöthig haben, die 20000mahl vergrösserten, um selbige in der Grösse einer Ratte zu sehen; es fehlt aber sehr viel, daß man diesen Grad, sogar mit den zusammengesetzten Mikroskopen erreiche.

Aber neben den Schwierigkeiten der einfachen Mikroskopen, die ich so eben angeführet, wenn man sehr grosse Wirkungen verlangt, beklagen sich alle, die sich dieser Instrumente bedienen, annoch über eine andere, die nicht minder beschwerlich ist, nämlich über diese, daß, je mehr man die Objekte vergrössert, je dunkler schei-

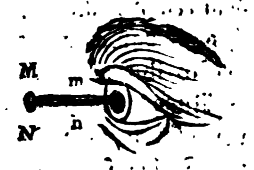
scheinen sie, und es scheint, als sähe man sie beym Schein eines sehr schwachen Lichts, oder gar beym Mondenschein, so daß man beynahe nichts daran unterscheiden kann. Ew. Hoheit werden sich hierüber nicht verwundern, wenn Dieselben sich erinnern wollen, daß das Licht des Vollmondes über zweyhunderttausendmal schwächer ist, als das Licht der Sonne. Es ist also ein sehr wichtiger Punkt zu erklären, woher diese Verminderung des Lichts komme? Man begreift leicht, daß, wenn die Stralen, die von einem sehr kleinen Objekt kommen, uns dasselbe vorstellen müssen, als wenn es viel grösser wäre, diese kleine Menge von Licht nicht zureichend seyn kann: unterdessen so gegründet auch diese Ursache scheinen mag, so ist sie doch nicht gültig, und verblendet uns nur über diese Frage. Denn wenn das Glas, indem es mehr vergrössert, nothwendig eine Verminderung der Deutlichkeit nach sich ziehet, so müßte man sie auch bey geringern Wirkungen wahrnehmen, vorausgesetzt, daß es nicht in einem so hohen Grad seyn würde; allein, man kann bis auf funfzigmal vergrössern, ohne daß man die geringste Verminderung des Lichts gewahr werde, welches doch um funfzigmal schwächer seyn müßte, wenn der angeführte Grund richtig wäre. Man muß also die Ursache dieser Erscheinung anderswo suchen, ja man muß bis zu den ersten Grundsätzen des Sehens hinaufsteigen.

Bey dieser Gelegenheit belieben Ew. Hoheit sich dessen zu erinnern, was ich Denenselben über den Gebrauch des Sterns, oder jener schwarzen Oeffnung, die man auf der Mitte der Iris im Auge sieht, die Ehre hatte zu sagen. Eben durch diese Oeffnung dringen die Stralen in die Augen; und also, je grösser diese Oeffnung ist, je mehr dringen Stralen hinein. Hier muß man zween Fälle betrachten, den einen, wo die

Ob-

Objekte sehr leuchtend und glänzend sind, und den andern, wo sie nur von einem sehr schwachen Licht beleuchtet sind. In dem ersten Falle zieht sich der Stern von selbst zusammen, ohne daß es unser Wille befiehlt, und der Schöpfer versah ihn mit diesem Vermögen, um das Innere des Auges vor dem allzugrossen Glanze des Lichts zu verwahren, der die Nerven unfehlbar verletzen würde. Daher so oft man sich in einem stark erleuchteten Orte befindet, sieht man, daß sich alle Sternen zusammenziehen, um nur so viel Stralen in die Augen eindringen zu lassen, als nöthig sind, um ein genugsam helles Bild darin abzumahlen. Das Gegentheil aber geschieht, wenn man sich in einem düstern Orte befindet, alsdenn wird der Stern grösser, um das Licht in grösserer Menge zu empfangen. Es ist sehr leicht, diese Veränderung wahrzunehmen, so oft man aus einem dunkeln Ort in einen gar hellen übergeht. Zu dem Gegenstande, um welchen es hier zu thun ist, schränke ich mich auf diesen Umstand ein, daß, je mehr Stralen ins Auge eindringen, je leuchtender wird das Bild seyn, das auf die netzförmige Haut geworfen wird; und hinwiederum je geringer die Menge von Stralen ist, die ins Auge dringen, je schwächer wird auch das Bild, und scheint folglich dunkler. Es kann aber begegnen, daß nur sehr wenig Stralen ins Auge eindringen, obgleich der Stern weit offen steht, man darf nur mit einer Stecknadel ein kleines Loch in Kartenpapier machen, und irgend ein Objekt betrachten, so wird es alsdenn, es mag von der Sonne auch noch so gut erleuchtet seyn, um so viel düsterer erscheinen, je kleiner das Loch ist, und durch ein solches Loch kann man selbst die Sonne betrachten. Der Grund davon ist sehr einleuchtend, weil nur wenige Stralen ins Auge eindringen: so offen auch der Stern seyn mag, so ist es doch die Oeffnung im Kartenblatte, die die Menge des Lichts, das

das ins Aug eindringt, bestimmt, und nicht der Stern, der sonst dieses Amt verrichtet.



Das nämliche geschieht in Mikroskopen, die viel vergrössern, denn wenn das Glas äusserst klein ist, so geht nur eine sehr kleine Anzahl Stralen, wie mn, durch dasselbe, und da dieselbe den ganzen Raum der Oeffnung des Sterns nicht einnehmen, so muß das Objekt daher um so viel dunkler scheinen; hieraus sieht man, daß diese Verminderung des Lichts nur alsdenn vorgeht, wenn das Glas MN, oder vielmehr sein offener Theil kleiner ist als der Stern. Wenn es möglich wäre, eine ansehnliche Vergrösserung, vermittelst eines grössern Glases hervorzubringen, so würde diese Verdunkelung nicht statt haben, und dieses ist die eigentliche Erklärung der vorgelegten Frage. Um aber dieser Schwierigkeit bey grossen Wirkungen des Mikroskops abzuhelfen, trachtet man, das Objekt so viel möglich zu erleuchten, damit man die wenige Stralen, die zum Auge hinkommen, desto stärker mache. Zu diesem Ende erleuchtet man die Objekte durch die Sonne selbst, und man bedient sich auch der Spiegeln, die das Licht der Sonne darauf zurückwerfen. Dieses sind ungefähr alle Umstände, die bey den einfachen Mikroskopen in Betrachtung kommen, und Ew. Hoheit werden hieraus leicht die Wirkung aller derjenigen beurtheilen können, die Dieselben zu sehen Gelegenheit haben werden.

den 30sten Jänner 1762.

Zweyhundert und dritter Brief.

Ehe ich den Bau der zusammengesetzten Mikroskopen erkläre, hoffe ich, wird eine Digreßion über die Fernglåser oder Fernröhre Ew. Hoheit nicht mißfällig seyn. Diese zwo Gattungen von Instrumenten sind vollkommen mit einander verbunden: die eine dient, die andere besser zu erklären. So wie die Mikroskopen zur Betrachtung naher Objekte dienen, indem sie uns dieselben unter einem weit grössern Winkel vorstellen, als wenn wir sie auf eine gewisse Distanz, wie z. E. von 8 Zoll, betrachteten, so ist die andere Gattung dazu bestimmt, uns die entfernten Objekte besser zu entdecken, indem sie uns dieselben unter einem grössern Winkel vorstellt, als dem bloßen Auge. Diese Instrumente haben, sowol nach ihrer Grösse als nach ihrer Bestimmung, vielerley Benennungen; die kleinsten nennt man Taschen-Ferngläser, andere grössere haben den gleichen Namen, man muß sie von den Brillen, die alte Leute auf der Nase tragen, wohl unterscheiden. Diejenigen, deren sich die Astronomen bedienen, heißen Tubi; der allgemeine Name aller aber ist Fernröhre (Teleskop). Dergleichen Instrumente also stellen uns die weit entfernten Objekte unter einem grössern Winkel vor als sie dem bloßen Aug erscheinen; diese Erklärung ist sehr richtig und enthält nichts willkührliches, wie die von den Mikroskopen, deren Wirkung mit einer gewissen willkührlichen Distanz, die man gemeiniglich auf 8 Zoll annimmt, in Verhältniß gesetzt wird.

Wenn aber von sehr weit entfernten Objekten die Rede ist, deren Abstand für unser Gesicht allzugroß ist, alsdenn steht die Wirkung mit eben diesem Abstand in Verhältniß, und ein Teleskop vergrössert so vielmahl, als es uns die Objekte unter einem grössern Winkel vorstellt, als dem bloßen Auge. Z. E. der Mond erscheint

dem blossen Auge unter einem Winkel von einem halben Grad; folglich vergrössert ein Teleskop 100mahl, wenn es nur den Mond unter einem Winkel von 50 Graden vorstellt, welche 100mahl grösser sind als ein halber Grad: wenn es 200mahl vergrösserte, so würde es den Mond unter einem Winkel von 100° zeigen; und also würde der Mond mehr als die Hälfte des sichtbaren Himmels, dessen ganzer Umfang nur 180 Grade beträgt, anzufüllen scheinen.

Gemeiniglich sagt man, die Teleskope bringen uns die Objekte näher, eine sehr zweydeutige Redensart, die zwey verschiedene Bedeutungen zuläßt. Die eine ist, daß, wenn wir durch ein Teleskop sehen, so halten wir die Objekte für so vielmahl näher bey uns, als das Teleskop vergrössert. Allein, ich habe bereits die Ehre gehabt, Ew. Hoheit bemerken zu lassen, daß wir die Distanzen der Objekte nicht anders kennen können, als durch Beurtheilung, und daß eine solche Beurtheilung nur bey wenig entfernten Objekten statt haben kann; also, wenn die Objekte so weit entfernt sind, als wir hier annehmen, so würde eine solche Beurtheilung über die Distanzen weit irre führen. Die andere Bedeutung ist der Wahrheit angemessener, wenn man darunter versteht, die Teleskopen stellen uns die Objekte so groß vor, als wir sie sehen würden, wenn wir ihnen näher kämen. Denn Ew. Hoheit wissen, daß je mehr man sich einem Objekte nähert, je grösser wird der Winkel, unter welchem es erscheint, und also kömmt diese Erklärung mit derjenigen überein, die ich im Anfang gegeben habe. Unterdessen, wenn man sehr bekannte Objekte betrachtet, als z. E. Menschen in einer grossen Entfernung, und man sieht sie durch ein Fernglas unter einem weit grössern Winkel, alsdenn ist man geneigt zu glauben, diese Menschen seyen wirklich viel näher, weil man

sie

sie alsdenn in der That unter einem um so viel grössern Winkel sehen würde. Aber wenn es um wenig bekannte Objekte, als z. E. um die Sonne oder um den Mond zu thun ist, alsdenn kann keine Schätzung der Distanz statt haben. Hier ist der Fall von demjenigen ganz verschieden, von dem ich die Ehre gehabt, Ew. Hoheit etwas zu sagen, wo ein concaves Glas, dessen sich die Kurzsichtigen bedienen, die Bilder der Gegenstände auf eine sehr kleine Distanz vorstellt; das concave Glas z. E. dessen ich mich bediene, stellt mir die Bilder aller auf die Distanz von vier Zoll entfernten Objekte vor; unterdessen bilde ich mir nicht ein, die Sonne, der Mond und die Sterne seyen so nahe bey mir; also urtheilen wir nicht, die Objekte seyen da, wo sich ihre durch die Gläser vorgestellten Bilder befinden: wir glauben es so wenig, als wir die Existenz der Objekte in unsern Augen glauben, obgleich ihre Bilder darin abgemalt sind: und Ew. Hoheit werden sich wohl erinnern, daß das Urtheil über die wahre Distanz der Objekte, eben so wie das über ihre wahre Grösse, von ganz besondern Umständen abhängt.

Der vornehmste Zweck der Teleskope ist also, den Winkel, unter welchem die Objekte dem bloßen Aug erscheinen, zu vergrössern oder zu multipliciren; und daher macht man die Haupteintheilung der Teleskopen nach der Wirkung, die sie verschaffen, so daß man sagt, jenes Teleskop vergrössere fünfmahl, ein anderes zehnmahl, ein anderes zwanzig- oder dreyßigmahl u. s. w. Hierüber merke ich an, daß die Taschen-Ferngläser selten über zehnmahl vergrössern; aber die gewöhnliche Ferngläser, welcher man sich bedient, um sehr weit entfernte irdische Objekte zu betrachten, vergrössern von 20 bis auf 30mahl, und ihre Länge steigt bis auf 6 Fuß und drüber. Eine solche Wirkung, ob sie gleich in Ansehung

irdischer Objekte sehr beträchtlich ist, ist für die Himmels-Körper noch eine Kleinigkeit, als welche eine weit grössere Wirkung erfodern. Also hat man astronomische Ferngläser oder Fernrohre, die von 50 bis auf 200mal vergrössern, und es scheint schwer, es weiter zu bringen, weil, nach der gewöhnlichen Weise sie zu verfertigen, sie immer länger werden müsten, je grösser ihre Wirkung wäre; ein solches Fernglas, das 100mahl vergrössern soll, hat aber schon 30 Fuß in der Länge; eins von 100 Fuß hingegen kann kaum 200mahl vergrössern. Hieraus sehen Ew. Hoheit ein, daß die Schwierigkeit, so lange Maschinen zu regieren und zu behandeln, dem weitern Fortgang dieser Erfahrung unübersteigliche Hindernisse in den Weg legt.

Der berühmte Danziger Astronom Hevelius bediente sich zwar Fernröhren von 200 Fuß; allein diese Instrumente müssen wohl sehr mangelhaft gewesen seyn, weil man heut zu Tage die nämlichen Dinge durch weit kürzere entdeckt.

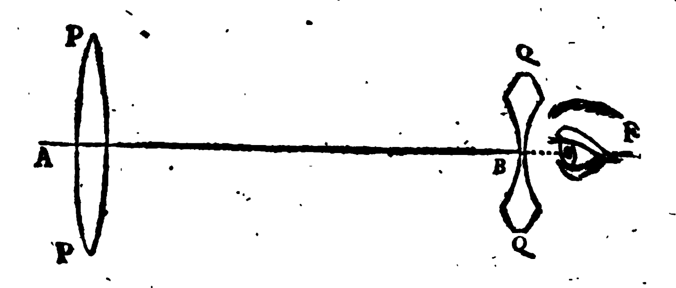
Dieß ist also überhaupt die Beschreibung der Ferngläser und ihrer verschiedenen Gattungen, die man wohl zu merken hat, ehe man ihre Bauart, und die Weise, wie man zwey oder mehrere Gläser hinzufügt, um alle die verschiedene Wirkungen hervorzubringen, umständlich durchgeht.

den 2ten Febr. 1762.

Zweyhundert und vierter Brief.

Man weiß nicht eigentlich, wem wir die Entdeckung der Teleskopen zu verdanken haben, einem holländischen Handwerker, oder einem Italiener, genannt Porta. Dem sey wie ihm wolle, so sind es ungefähr

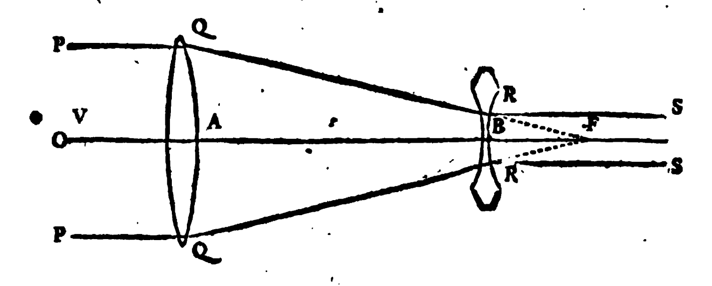
150 Jahre, seitdem man angefangen hat, kleine Taschen-Ferngläser zu verfertigen, die aus zwey Gläsern bestehen, wovon das eine convex und das andere concav ist. Es scheint, als ob man eine so nützliche Entdeckung einzig dem bloßen Ohngefehr schuldig sey. Man hat, ohne einige Absicht, zwey Gläser so lange einander nähern oder entfernen können, bis die Objekte deutlich erschienen sind.



Das convexe Glas PAP ist gegen das Objekt gerichtet, und an das concave Glas QBQ hält man das Auge, aus diesem Grunde wird das Glas PAP das objektive, und das Glas QBQ das Augenglas genennt. Diese zwey Gläser liegen auf der nämlichen Achse AB, welche sowol das eine als das andere Glas in der Mitte senkrecht durchschneidet. Die Brennweite des convexen Glases PAP muß grösser seyn, als die des concaven Glases, und die Gläser müssen so geordnet seyn, daß, wenn AF die Brennweite des Objektivs PAP ist, der Focus des Augenglases QBQ in den nämlichen Punkt F falle, und also ist der Zwischenraum zwischen den Gläsern AB der Unterschied zwischen den Brennweiten dieser zwey Gläser; da AF die Brennweite des Objektivs und BF die des Augenglases ist. Wenn die Gläser an ihrer Stelle sind, so werden diejenigen, die ein gutes Gesicht haben, die ent-

entfernten Objekte sehr gut sehen, und sie werden ihnen eben so vielmal grösser scheinen, als die Linie AF grösser ist als BF. Also wenn man für die Brennweite des Objektivs 6 Zoll nimmt, und für die des Augenglases 1 Zoll, so werden die Objekte sechsmahl vergrössert werden, oder sie werden unter einem sechsmahl grössern Winkel erscheinen als dem bloßen Auge, und in diesem Fall wird der Zwischenraum zwischen den Gläsern AB 5 Zoll seyn, welches zu gleicher Zeit die Länge des Fernglases ist. Ew. Hoheit wissen wohl, ohne daß ich es Denenselben sage, daß diese zwey Gläser in ein Rohr von eben dieser Länge eingefaßt sind, ob ich gleich in der Figur es nicht angedeutet habe.

Nachdem ich angezeigt, auf welche Weise die zwey Gläser mit einander verbunden seyn müssen, damit ein gutes Instrument daraus entstehe, so giebt es zwey Dinge, die Ew. Hoheit bemerken müssen: das eine, warum diese Gläser uns die Objekte deutlich vorstellen, und das andere, warum sie um eben so vielmahl vergrössert scheinen, als die Linie AF die Linie BF übertrift. In Absicht auf das erste muß man anmerken, daß ein gutes Gesicht die Objekte besser sieht, wenn sie so weit entfernt sind, daß man die Stralen, die ins Auge fallen, als unter sich parallele ansehen kann.



Wir

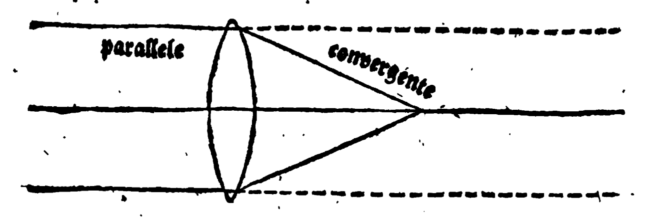
Wir wollen also einen Punkt V in dem Objekte betrachten, gegen welches das Fernglas gerichtet ist, und weil wir es als weit entfernt annehmen, so werden die Stralen, die auf das Objektiv fallen, PQ, OA, PQ, einander beynahe parallel seyn, und also, da das Objektiv QAQ ein convexes Glas ist, so wird es sie in seinem Brennpunkte F vereinigen, so daß diese Stralen, weil sie convergent sind, sich für ein gutes Gesicht nicht schicken würden. Weil aber das concave Glas in B die Kraft besitzt, die Stralen mehr divergent zu machen, oder ihre Convergenz zu vermindern, so wird es die Stralen QR und QR so brechen, daß sie mit einander parallel werden, oder auch, statt sich in F zu vereinigen, werden sie die mit der Achse BF parallele Richtung RS, RS nehmen; und also wird ein gutes Gesicht, wornach man sich bey der Verfertigung dieser Instrumenten immer richtet, indem es diese parallele Stralen RS, BF, RS auffängt, das Objekt deutlich sehen. Der Grund aber, warum die Stralen RS, RS mit einander genau parallel werden, ist, weil das concave Glas seinen Brennpunkt, oder vielmehr seinen Zerstreuungspunkt, in F hat.

Ew. Hoheit dörfen sich nur erinnern, daß, wenn parallele Stralen auf ein concaves Glas fallen, sie durch die Brechung divergent werden, so daß sie, nach hinten fortgesetzt, in den Brennpunkt zusammenlaufen. Dieß festgesetzt, dürfen wir den Fall nur umkehren, und die Stralen SR, SR, als auf das concave Glas einfallende betrachten, so ist alsdann gewiß, daß sie die Richtungen RQ, RQ nehmen werden, die, wenn sie nach hinten fortgesetzt werden, in dem Punkte F zusammenlaufen, allwo der gemeinschaftliche Brennpunkt des convexen und concaven Glases ist. Nun ist es ein allgemeines Gesetz, daß, auf welche Weise die Stralen, wenn sie

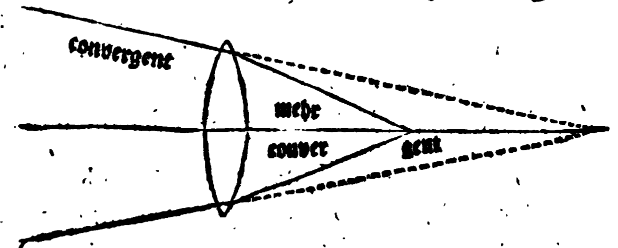
von einem Ort zum andern gehen, gebrochen werden mögen, sie immer die nämlichen Brechungen leiden müssen, wenn sie von dem letztern Ort zum erstern zurückkehren. Also, wenn den einfallenden Stralen SR, SR die gebrochenen Stralen RQ, RQ entsprechen, so werden hinwiederum, wenn die Stralen QR, QR die einfallenden sind, RS und RS die gebrochenen seyn.

Die Sache wird vielleicht noch deutlicher werden, wenn ich sage, die concaven Gläser besitzen die Kraft, diejenigen Stralen parallel zu machen, die ohne die Brechung sich in ihre Brennpunkte vereinigt hätten. Oder auch, Ew. Hoheit dürfen nur die nachfolgenden Regeln über die Refraktion sowohl der convexen als der concaven Gläser wohl einsehen.

I. Durch ein convexes Glas werden aus parallelen Stralen convergente.



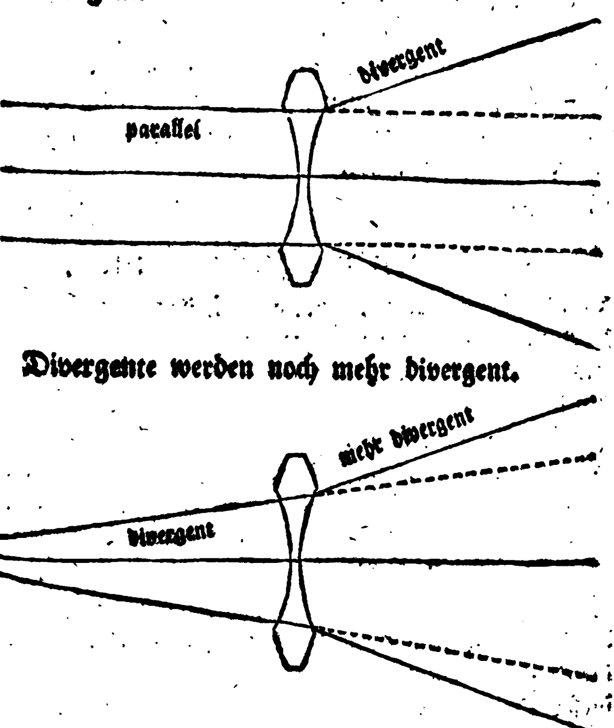
Die convergenten werden noch mehr convergent.



aus divergenten aber werden minder divergente.

II. Durch

II. Durch ein concaves Glas werden parallele Stralen divergent.



Divergente werden noch mehr divergent.

Die convergenten aber werden weniger convergent.

Alles dieses ist auf die Natur der Refraktion und der Figur der Gläser gegründet, deren umständliche Beschreibung allzuweitläufige Untersuchungen erheischen würde, und überdieß enthalten die zwo Regeln, die ich so eben angeführt habe, das Wesentliche davon. Hiermit ist also sattsam bewiesen, daß, wenn das convexe und das concave Glas dergestalt zusammengefügt sind, daß sie einen gemeinschaftlichen Brennpunkt in F erlangen, die entfernten Objekte dadurch deutlich vorgestellt wer-

werden, weil der Parallelismus unter den Stralen durch das concave Glas wieder hergestellt wird, nachdem das convexe Glas sie convergent gemacht hat. Oder auch, da die Stralen der sehr entfernten Objekte beynahe unter sich parallel sind, so werden sie durch die convexen Gläser convergent, und hernach hebt das convexe Glas diese Convergenz auf, und macht die Stralen von neuem unter sich parallel.

den 6ten Februar 1762.

Zweyhundert und fünfter Brief.

Noch bleibt mir übrig, Ew. Hoheit den vornehmsten Artikel über die Ferngläser zu zeigen; denjenigen nämlich, der ihre Wirkung betrift, kraft der sie die Gegenstände vergrössern. Ich hoffe denselben in ein solches Licht zu setzen, daß jede Gattung von Zweifel verschwinden wird; zu dem Ende werde ich alles, was ich hierüber zu sagen habe, in folgende Sätze zusammen ziehen. Die Figur befindet sich auf einem besondern Blatt, am Ende dieses Briefs.

I. Es sey E e das auf der Achse des Fernglases stehende Objekt, welche Achse die beyden Gläser senkrecht durch ihre Mitten durchschneidet. Man muß aber dieses Objekt E e als unendlich entfernt betrachten.

II. Also, wenn das in A liegende Auge dieses Objekt betrachtet, so wird es dasselbe unter dem Winkel E A e sehen, welcher sein Gesichtswinkel genennt wird. Und also muß man beweisen, daß, wenn man dasselbe Objekt durch das Fernglas betrachtet, es unter einem grössern Winkel, und genau um so vielmahl grösser erscheinen werde, als die Brennweite des Objektivglases P A P die des Augenglases Q B Q übertrift.

III. Da die Wirkung aller Gläser darin besteht, daß sie die Objekte in einer andern Stelle, und in einer gewissen Grösse vorstellen, so dürfen wir nur die Bilder

unter-

untersuchen, die nach einander durch die beyden Gläser vorgestellt werden; das letzte davon ist der unmittelbare Gegenstand des Gesichtes von demjenigen, der in das Fernglas schaut.

IV. Da nun das Objekt Ee von dem convexen Gläse PAP unendlich entfernt ist, so wird sein Bild hinter dem Glase in Ff vorgestellt werden, so daß AF der Brennweite des Glases gleich sey; und die Grösse dieses Bildes Ff wird durch die gerade Linie fAe bestimmt, die von dem äussersten Ende des Objekts e durch die Mitte des Glases A gezögen ist; woraus man sieht, daß dieses Bild verkehrt und um so vielmahl kleiner als das Objekt ist, als der Abstand AF kleiner ist denn der Abstand AE.

V. Nunmehr vertritt dieses Bild Ff die Stelle des Objekts, in Absicht auf das Augenglas QBQ; weil die Stralen, die auf dieses Glas fallen, die nämlichen sind, die das Bild Ff beynahe formiren würden, die aber durch das concave Glas QBQ in ihrem Weg aufgefangen werden: so daß dieses Bild nur eingebildet ist; unterdessen ist die Wirkung davon die nämliche, als ob es würklich wäre.

VI. Da dieses Bild Ff, das wir nunmehr als ein Objekt betrachten, sich in der Brennweite des Glases QBQ befindet, so wird es durch die Refraktion dieses Glases beynahe ins Unendliche hinausgesetzt. Die vorhergehende Figur zeigt dieses neue Bild in Gg, dessen Distanz AG man sich als unendlich vorstellen muß, und die durch das Glas QBQ zum zweytenmahl gebrochenen Stralen werden den gleichen Weg nehmen, als ob sie würklich von dem Bilde Gg kämen.

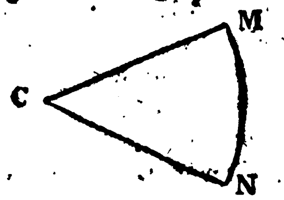
VII. Da also dieses zweyte Bild Gg das Objekt desjenigen ist, das durch das Fernglas schaut, so müssen wir desselben Grösse betrachten. Zu dem Ende, da

es nach der allgemeinen Regel, durch die Refraction des Glases QBQ aus dem ersten Bilde Ff entsteht, so darf man nur durch die Mitte des Glases B eine gerade Linie ziehen, die durch f des ersten Bildes gehe, so wird diese Linie in g das äusserste Ende des zweyten Bildes zeigen.

VIII. Nunmehr setze der Zuschauer sein Auge in B; und da die Stralen, die er empfängt, den nämlichen Weg nehmen, als ob sie würklich aus dem Bilde Gg kämen, so wird ihm dasselbe unter dem Winkel GBg erscheinen, welcher augenscheinlich grösser ist als der Winkel EAe, unter welchem das Objekt Ee dem blossen Auge erscheint.

IX. Um diese zween Winkel besser zu vergleichen, so ist gleich anfangs klar, daß der Winkel EAe gleich ist dem Winkel FAf, der ihm mit der Spitze entgegen gesetzt ist; auf gleiche Weise ist der Winkel GBg dem Winkel FBf gleich, weil auch sie in der Spitze B einander entgegengesetzt sind. Es ist also darum zu thun, daß man beweise, der Winkel FBf übertreffe den Winkel FAf um so vielmahl als die Linie AF die Linie BF übertrift, wovon jene AF die Brennweite des Objektivglases, und diese BF die Brennweite des Augenglases ist.

X. Um dieß zu beweisen, müssen wir gewisse aus der Geometrie hergenommene Sätze über die Natur der

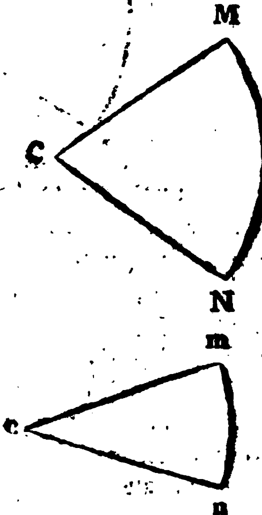


Ausschnitte (Sectoren) zu Hülfe nehmen. Ew. Hoheit werden sich erinnern, daß ein Sector ein Theil

einer

einer Zirkelfläche ist, die zwischen zween Radiis CM und CN, und einem Bogen oder Theil der Peripherie MN eingeschlossen ist. Und also kommen in einem Sector drey Dinge zu betrachten vor: 1) der Radius des Zirkels CM oder CN; 2) die Grösse des Bogens MN; und 3) der Winkel MCN.

XI. Nunmehr wollen wir zween Sektores MCN und mcn

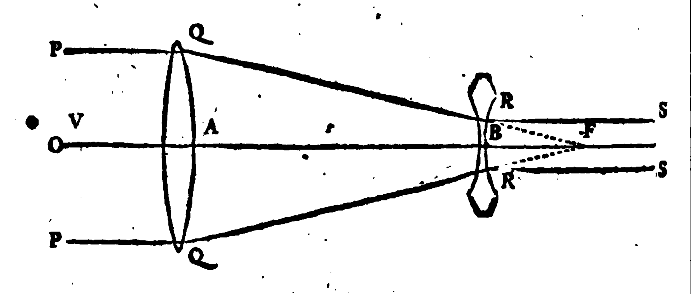


betrachten, deren Radii CM und cm einander gleich sind, so ist in den Anfangsgründen der Geometrie bewiesen, daß die Winkel C und c das nämliche Verhältniß gegen einander haben, wie die Bogen MN und mn, oder auch, der Winkel C übertrift so vielmahl den Winkel c, als der Bogen MN den Bogen mn übertrift; allein, anstatt dieser nicht gar bequemen Art zu sprechen, sagt man besser: die Winkel C und c verhalten sich gegen einander, wie die Bogen MN und mn, wenn die Radii gleich sind.

XII.

entfernten Objekte sehr gut sehen, und sie werden ihnen eben so vielmal grösser scheinen, als die Linie AF grösser ist als BF. Also wenn man für die Brennweite des Objektivs 6 Zoll nimmt, und für die des Augenglases 1 Zoll, so werden die Objekte sechsmahl vergrössert werden, oder sie werden unter einem sechsmahl grössern Winkel erscheinen als dem bloßen Auge, und in diesem Fall wird der Zwischenraum zwischen den Gläsern AB 5 Zoll seyn, welches zu gleicher Zeit die Länge des Fernglases ist. Ew. Hoheit wissen wohl, ohne daß ich es Denenselben sage, daß diese zwey Gläser in ein Rohr von eben dieser Länge eingefaßt sind, ob ich gleich in der Figur es nicht angedeutet habe.

Nachdem ich angezeigt, auf welche Weise die zwey Gläser mit einander verbunden seyn müssen, damit ein gutes Instrument daraus entstehe, so giebt es zwey Dinge, die Ew. Hoheit bemerken müssen: das eine, warum diese Gläser uns die Objekte deutlich vorstellen, und das andere, warum sie um eben so vielmahl vergrössert scheinen, als die Linie AF die Linie BF übertrift. In Absicht auf das erste muß man anmerken, daß ein gutes Gesicht die Objekte besser sieht, wenn sie so weit entfernt sind, daß man die Stralen, die ins Auge fallen, als unter sich parallele ansehen kann.



Wir

Dritter Theil. Zweyhundert und fünfter Brief. Seite 236.



In diesem Falle ist der Winkel C, der dem grossen Radius CM entspricht, kleiner, und der Winkel c, der dem kleinen Radius cm entspricht, grösser, und zwar in dem nämlichen Verhältniß als die Radii. Oder auch, der Winkel c übertrifft so vielmahl den Winkel C, als der Radius CM grösser ist, denn der Radius cm: oder in der Sprache der Geometer, die Winkel verhalten sich gegen einander umgekehrt wie die Radii, wenn die Bogen gleich sind.

XIV. Diese letzte Betrachtung soll mich zu meinem Ziele führen, wenn ich noch diese Anmerkung beyfüge, daß, wenn die Winkel sehr klein sind, wie bey Taschen-Ferngläsern, alsdenn auch die Bogen MN und mn von ihren Sehnen, oder von den geraden Linien MN und mn nicht merklich verschieden sind.

XV. Nach diesen Anmerkungen wollen wir zu der ersten Figur zurückkehren: die Triangel FAf und FBf können als Sektores angesehen werden, worin der Bogen Ff auf beyden Seiten der nämliche ist. Folglich übertrifft der Winkel FBf den Winkel FAf um so vielmahl als die Distanz BF von der Distanz AF übertroffen wird: Oder auch, das Objekt E wird in dem Fernglase unter einem Winkel erscheinen, der um so vielmahl grösser ist, als die Brennweite des Augenglases BF von der Brennweite des Objektivglases AF übertroffen wird, welches zu beweisen war.

den 9ten Februar 1762.

Zweyhundert und sechster Brief.

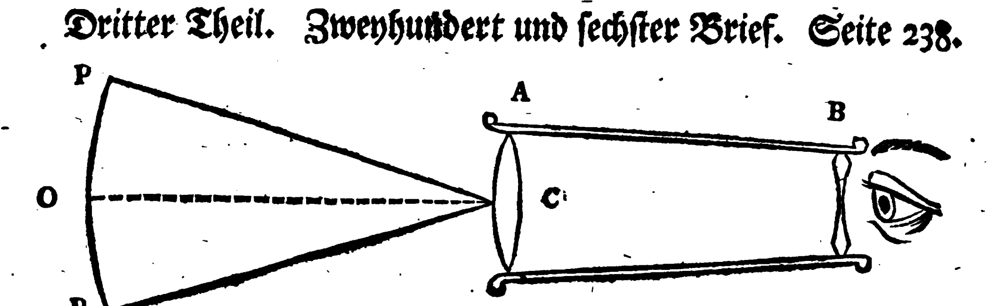
Ew. Hoheit sehen leicht ein, daß man von dergleichen kleinen Ferngläsern keine gar grosse Vortheile fodern kann, und ich habe bereits angemerkt, daß sie die Ob-

Objekte nur um zehnmahl vergrössern. Wollte man ihre Kraft weiter treiben, so würde nicht nur ihre Länge allzugroß werden, als daß man sie in der Tasche tragen könnte, sondern sie würden noch andern wesentlichern Mängeln unterworfen seyn; dieses hat die Künstler genöthigt, diese Gattung Ferngläser gänzlich fahren zu lassen, so bald man grössere Wirkungen davon verlangt.

Der vornehmste von diesen Mängeln besteht in der Kleinheit des Gesichtskreises; dieß führet mich darauf, Ew. Hoheit diesen wichtigen Punkt zu erklären, der alle Ferngläser betrift. Wenn man eine Fernröhre oder ein Fernglas gegen den Himmel oder gegen andere weit entfernte Objekte auf der Erde richtet, so erscheint der Raum, den man entdeckt, unter der Gestalt eines Kreises, und man sieht nur diejenigen Objekte, die sich in diesem Raume befinden; so daß man die Lage des Instrumentes abändern muß, wenn man andere Objekte sehen will. Dieser zirkelförmige Raum, der sich den Zuschauern vorstellet, wird der Gesichtskreis (campus apparens) oder schlechtweg das Feld des Instruments genannt: und Ew. Hoheit werden leicht zugeben, daß es ein grosser Vortheil ist, wenn dieses Feld sehr groß ist, und daß hingegen ein sehr kleines Feld ein grosser Fehler bey dergleichen Instrumenten ist. Wir wollen zwey Ferngläser betrachten, die man gegen den Mond gerichtet hat, und durch deren eines man nur die Hälfte desselben entdeckt, indeß daß man durch das andre ihn ganz mit den nahe liegenden Sternen sieht; das Feld des leztern ist also um viel grösser als das Feld des erstern. Dieses, das ein grösseres Feld vorstellt, überhebt uns nicht nur der Mühe, die Lage so oft zu verändern, sondern man genießt auch noch den grossen Vortheil, der darin besteht, daß, indem man zu gleicher Zeit viele Theile des Objekts sieht, man sie gegen einander vergleichen kann.

Es

Dritter Theil. Zweyhundert und sechster Brief. Seite 238.

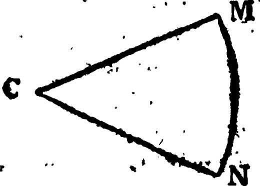


es nach der allgemeinen Regel, durch die Refraction des Glases QBQ aus dem ersten Bilde Ff entsteht, so darf man nur durch die Mitte des Glases B eine gerade Linie ziehen, die durch f des ersten Bildes gehe, so wird diese Linie in g das äusserste Ende des zweyten Bildes zeigen.

VIII. Nunmehr setze der Zuschauer sein Auge in B; und da die Stralen, die er empfängt, den nämlichen Weg nehmen, als ob sie würklich aus dem Bilde Gg kämen, so wird ihm dasselbe unter dem Winkel GBg erscheinen, welcher augenscheinlich grösser ist als der Winkel EAe, unter welchem das Objekt Ee dem bloßen Auge erscheint.

IX. Um diese zween Winkel besser zu vergleichen, so ist gleich anfangs klar, daß der Winkel EAe gleich ist dem Winkel FAf, der ihm mit der Spitze entgegen gesetzt ist; auf gleiche Weise ist der Winkel GBg dem Winkel FBf gleich, weil auch sie in der Spitze B einander entgegengesetzt sind. Es ist also darum zu thun, daß man beweise, der Winkel FBf übertreffe den Winkel FAf um so vielmahl als die Linie AF die Linie BF übertrift, wovon jene AF die Brennweite des Objektivglases, und diese BF die Brennweite des Augenglases ist.

X. Um dieß zu beweisen, müssen wir gewisse aus der Geometrie hergenommene Sätze über die Natur der

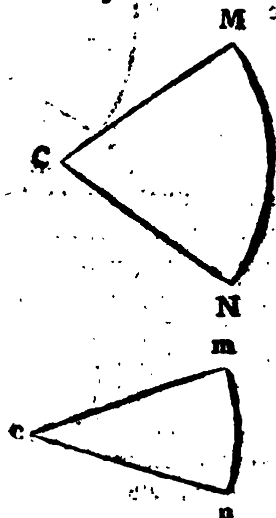


Ausschnitte (Sectoren) zu Hülfe nehmen. Ew. Hoheit werden sich erinnern, daß ein Sector ein Theil

einer

einer Zirkelfläche ist, die zwischen zween Radiis CM und CN, und einem Bogen oder Theil der Peripherie MN eingeschlossen ist. Und also kommen in einem Sector drey Dinge zu betrachten vor: 1) der Radius des Zirkels CM oder CN; 2) die Grösse des Bogens MN; und 3) der Winkel MCN.

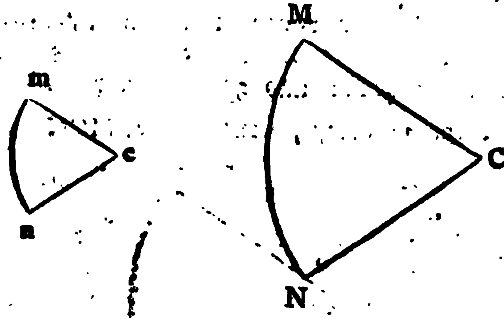
XI. Nunmehr wollen wir zween Sektores MCN und mcn



betrachten, deren Radii CM und cm einander gleich sind, so ist in den Anfangsgründen der Geometrie bewiesen, daß die Winkel C und c das nämliche Verhältniß gegen einander haben, wie die Bogen MN und mn, oder auch, der Winkel C übertrift so vielmahl den Winkel c, als der Bogen MN den Bogen mn übertrift; allein, anstatt dieser nicht gar bequemen Art zu sprechen, sagt man besser: die Winkel C und c verhalten sich gegen einander, wie die Bogen MN und mn, wenn die Radii gleich sind.

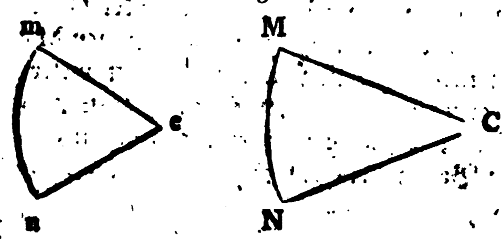
XII.

XII. Wir wollen auch zween Sectores MCN und mcn betrachten, deren Winkel C und c einander gleich



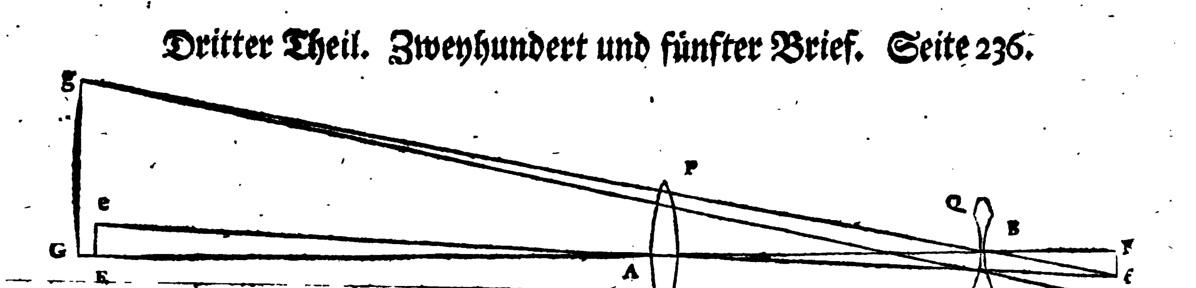
sind, die Radii aber ungleich; so ist in der Geometrie bewiesen, daß der Bogen MN um so vielmahl grösser ist, als der Bogen mn, wie der Radius CM grösser ist als cm; oder man sagt auch, die Bogen verhalten sich gegen einander wie die Radii, wenn die Winkel gleich sind. Der Grund hievon ist augenscheinlich, weil jeder Bogen so viel Grade enthält als sein Winkel, und weil jeder Grad eines grossen Zirkels um so vielmahl den Grad eines kleinen Zirkels übertrifft, als der kleinere Radius von dem grössern übertroffen wird.

XIII. Endlich wollen wir auch den Fall betrachten, wo in den beyden Sectoren MCN und mcn die Bogen einander gleich sind, nämlich MN = mn, und die Radii CM und cm ungleich.



In

Dritter Theil. Zweyhundert und fünfter Brief. Seite 236.



In diesem Falle ist der Winkel C, der dem grossen Radius CM entspricht, kleiner, und der Winkel c, der dem kleinen Radius cm entspricht, grösser, und zwar in dem nämlichen Verhältniß als die Radii. Oder auch, der Winkel c übertrifft so vielmahl den Winkel C, als der Radius CM grösser ist, denn der Radius cm: oder in der Sprache der Geometer, die Winkel verhalten sich gegen einander umgekehrt wie die Radii, wenn die Bogen gleich sind.

XIV. Diese lezt Betrachtung soll mich zu meinem Ziele führen, wenn ch noch diese Anmerkung beyfüge, daß, wenn die W ikel sehr klein sind, wie bey Taschen-Ferngläsern, alsdenn auch die Bogen MN und mn von ihren Se nen, oder von den geraden Linien MN und mn nich merklich verschieden sind.

XV. Nach diese Anmerkungen wollen wir zu der ersten Figur zurückl hren: die Triangel FAf und FBf können als E ktores angesehen werden, worin der Bogen Ff uf beyden Seiten der nämliche ist. Folglich über ift der Winkel FBf den Winkel FAf um so vielma als die Distanz BF von der Distanz AF übertroffe wird: Oder auch, das Objekt Ee wird in dem Ferng s unter einem Winkel erscheinen, der um so vielma grösser ist, als die Brennweite des Augenglases F von der Brennweite des Objektivglases AF üb troffen wird, welches zu beweisen war.

den 9ten Februar 1762.

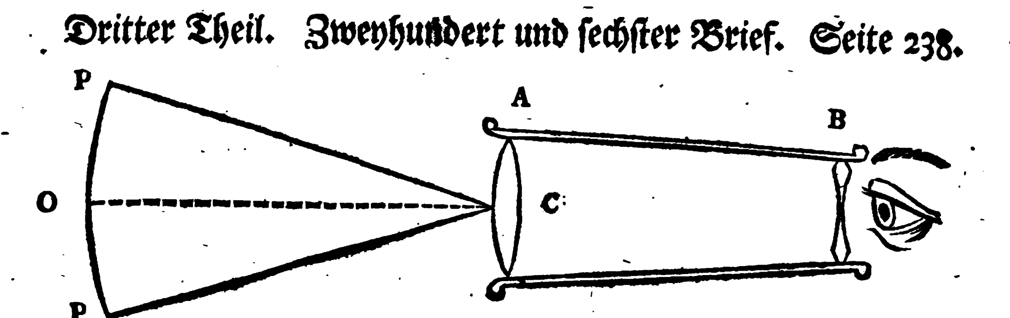
Zwey ndert und sechster Brief.

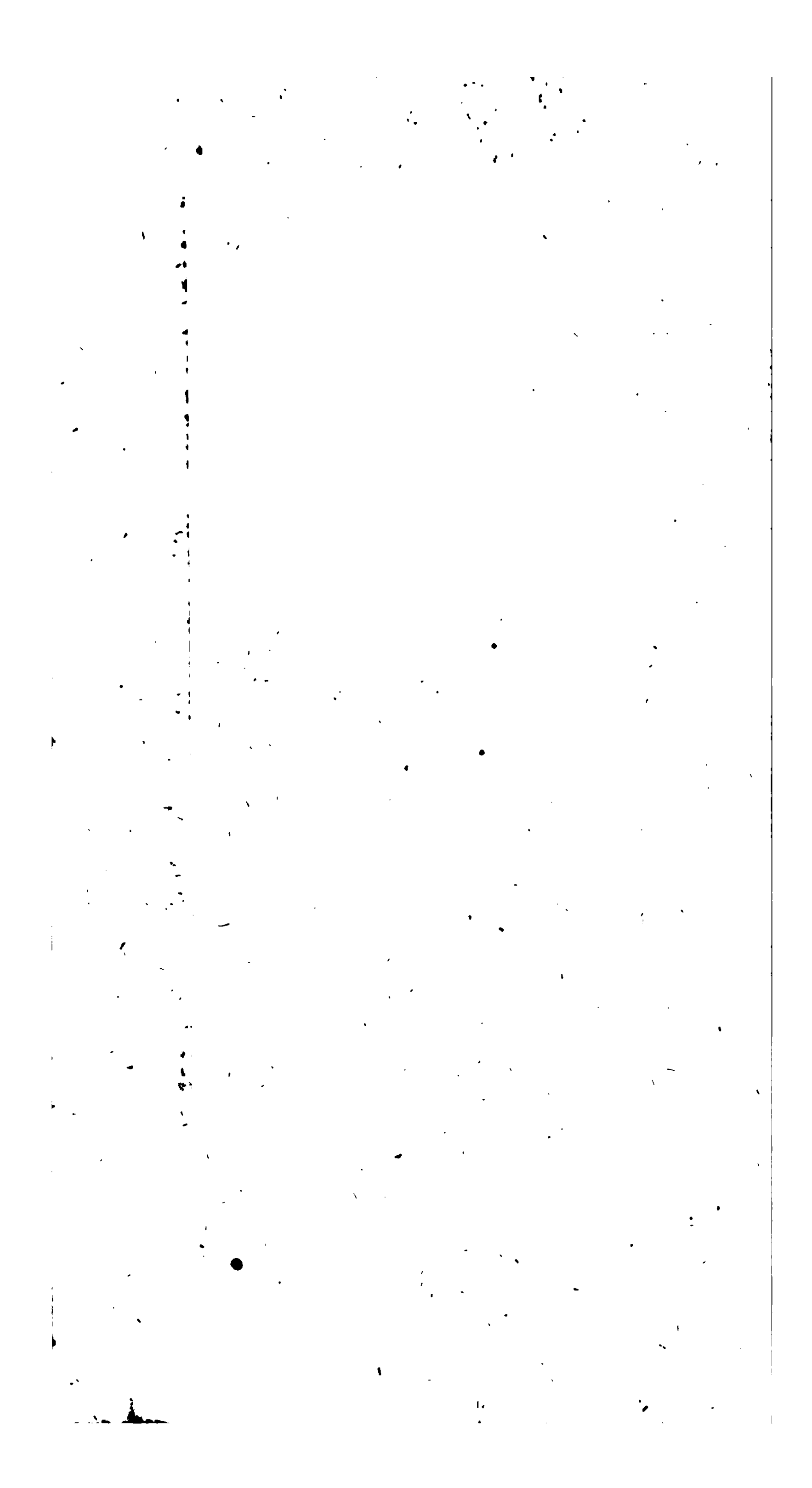
Ew. Hoheit se n leicht ein, daß man von dergleichen kleinen Fern läsern keine gar grosse Vortheile fodern kann, und habe bereits angemerkt, daß sie die Ob-

Objekte nur um zehnmahl vergrössern. Wollte man ihre Kraft weiter treiben, so würde nicht nur ihre Länge allzugroß werden, als daß man sie in der Tasche tragen könnte, sondern sie würden noch andern wesentlichern Mängeln unterworfen seyn; dieses hat die Künstler genöthigt, diese Gattung Ferngläser gänzlich fahren zu lassen, so bald man grössere Wirkungen davon verlangt.

Der vornehmste von diesen Mängeln besteht in der Kleinheit des Gesichtskreises; dieß führet mich darauf, Ew. Hoheit diesen wichtigen Punkt zu erklären, der alle Ferngläser betrift. Wenn man eine Fernröhre oder ein Fernglas gegen den Himmel oder gegen andere weit entfernte Objekte auf der Erde richtet, so erscheint der Raum, den man entdeckt, unter der Gestalt eines Kreises, und man sieht nur diejenigen Objekte, die sich in diesem Raume befinden; so daß man die Lage des Instrumentes abändern muß, wenn man andere Objekte sehen will. Dieser zirkelförmige Raum, der sich den Zuschauern vorstellet, wird der Gesichtskreis (campus apparens) oder schlechtweg das Feld des Instruments genannt: und Ew. Hoheit werden leicht zugeben, daß es ein grosser Vortheil ist, wenn dieses Feld sehr groß ist, und daß hingegen ein sehr kleines Feld ein grosser Fehler bey dergleichen Instrumenten ist. Wir wollen zwey Ferngläser betrachten, die man gegen den Mond gerichtet hat, und durch deren eines man nur die Hälfte desselben entdeckt, indeß daß man durch das andre ihn ganz mit den nahe liegenden Sternen sieht; das Feld des letztern ist also um viel grösser als das Feld des erstern. Dieses, das ein grösseres Feld vorstellt, überhebt uns nicht nur der Mühe, die Lage so oft zu verändern, sondern man genießt auch noch den grossen Vortheil, der darin besteht, daß, indem man zu gleicher Zeit viele Theile des Objekts sieht, man sie gegen einander vergleichen kann.

Dritter Theil. Zweyhundert und sechster Brief. Seite 238.





Es ist also eine von den größten Vollkommenheiten eines Fernglases oder einer Fernröhre, wenn sie ein grösseres Feld giebt; aus diesem Grunde ist es sehr wichtig, das Feld aller dieser Instrumente zu messen. In dieser Absicht richtet man sich nach dem Himmel, und bestimmt den zirkelförmigen Raum, den man durch ein Fernglas sieht, indem man den Durchmesser nach Graden und Minuten mißt; also da der anscheinende Diameter des Vollmondes ungefähr einen halben Grad beträgt, so sagt man, wenn ein Fernglas oder eine Fernröhre nichts als den Mond vorstellt, der Diameter seines Feldes sey ein halber Grad; wenn man auf einmahl nur den vierten Theil des Mondes sähe, so würde der Diameter des Feldes ein Viertel Grad seyn.

Das Maaß der Winkel giebt uns also das Mittel an die Hand, den Gesichtskreis zu messen, und die Sache ist überdieß an und für sich klar. Wir wollen in der beygefügten Figur annehmen, man sehe durch das Instrument AB nur den Raum POP, und die Objekte, die darin enthalten sind. Da dieser Raum ein Zirkel ist, so wird die Linie POP sein Diameter seyn, dessen Mitte O sich in der Achse des Instruments befindet. Wenn man also von den äussersten Enden P, P die geraden Linien PC, PC zieht, so drückt der Winkel PCP den Diameter des Gesichtskreises aus, und die Hälfte dieses Winkels OCP wird der halbe Diameter des Gesichtskreises genannt. Hieraus werden Ew. Hoheit vollkommen begreifen, was man darunter verstehen müsse, wenn man sagt, der Diameter des Gesichtskreises eines solchen Instruments sey von ein Grad, eines andern seiner sey von zwey Graden u. s. w. oder auch, wenn man ihn in Minuten anzeigt, von 30 Minuten, die einen halben Grad ausmachen, oder von 15 Minuten, die einen Viertels-Grad machen.

Allein,

Allein, um den Werth eines Fernglases oder einer Fernröhre, in Absicht auf den Gesichtskreis, richtig zu beurtheilen, muß man zugleich die Vergrösserung des Instrumentes in Betrachtung ziehen, wobey dieser Grundsatz allgemein statt hat, daß je mehr ein Teleskop oder ein Fernglas vergrössert, je kleiner muß nothwendig der Gesichtskreis seyn; es sind dieß Gränzen, die die Natur selber setzt. Wir wollen uns ein solches Instrument vorstellen, das hundertmahl vergrössert; so ist augenscheinlich, daß der Diameter des Feldes nicht von zwey Graden seyn kann: denn weil dieser Raum uns hundertmahl grösser erscheinet, so würde er einem Raum von 200 Graden gleich scheinen, und also grösser als der Himmel, der doch von einem Ende zum andern nur 180 Grade enthält, und wovon wir auf einmahl mehr nicht als höchstens die Hälfte, oder einen zirkelförmigen Raum von 90 Graden im Diameter, entdecken können. Hieraus sehen Ew. Hoheit, daß ein Teleskop, das hundertmahl vergrössert, auch nicht einmahl ein Feld von 1. Grad richtig vorstellen würde: weil dieser Grad, durch 100 multiplicirt, mehr als unser Gesichtskreis, d. i. mehr als 90 Grade betragen würde, und also würde ein solches Fernglas, das 100 mahl vergrössert, nur denn gut seyn, wenn der Diameter seines Feldes etwas minder als ein Grad betrüge: die Natur des Instruments leidet auch selbst keine grössere Wirkung.

Hingegen ein anderes Fernglas oder Teleskop, das nur zehnmahl vergrössert, würde sehr mangelhaft seyn, wenn es kein grösser Feld als von 1. Grad im Diameter vorstellte; weil dieses Feld durch 10 multiplicirt, nur einem Raum von 10 Grad am Himmel gleich scheinen würde, welches sehr wenig wäre, und unser Gesicht allzusehr einschränken würde: wir würden grosse Ursache haben, ein solches Instrument völlig zu verwerfen.

werfen. Es wird also, in Absicht auf den Gesichtskreis, sehr leicht seyn, die Vortrefflichkeit oder den Mangel dieser Art Instrumenten zu beurtheilen, wenn man auf ihre Wirkung Acht hat. Also, wenn es nur zehnmahl vergrössert, so kann man wohl muthmaßen, es entdecke ein Feld von 9 Grad, weil 9 Grade zehnmahl genommen, 90 Grad ausmachen, die unser Gesicht zu fassen im Stande ist, und wenn der Diameter des Feldes 5 Grad oder auch kleiner wäre, so würde das doch immer noch ein sehr mangelhaftes Instrument seyn. Aber ich werde die Ehre haben, Ew. Hoheit zu beweisen, daß, wenn man hingegen dergleichen Ferngläser verfertigen wollte, wie ich beschrieben habe, die mehr als zehnmahl vergrösserten, sie denselben Fehler haben würden, und daß ihr Gesichtskreis, durch die Vergrösserung multiplicirt, weit unter 90 Grad ausmachen, und nicht einmahl die Hälfte zeigen würde. Allein, für geringere Wirkungen ist dieser Fehler nicht so merklich, denn, wenn ein solches Fernglas nur fünfmahl vergrössert, so ist der Diameter seines Feldes ungefähr von 4 Grad, die, fünfmahl vergrössert, einem Raum von 20 Grad gleich scheinen, der groß genug ist; wenn man aber mit demselben Glase 25mahl vergrössern wollte, so würde der Diameter des Feldes nur von einem halben Grad seyn können, der, 25mahl genommen, nur $12\frac{1}{2}$ Grad Raum geben würde, welcher doch zu klein wäre. Aus diesem Grunde muß man, wenn man viel vergrössern will, sich anderer Anordnungen der Gläser bedienen, die ich die Freyheit nehmen werde in der Folge zu erklären.

den 13ten Febr. 1762.

Zweyhundert und siebenter Brief.

Da die Beurtheilung nach dem Gesichtskreise bey der Verfertigung der Teleskopen und Ferngläser von

der grössten Wichtigkeit ist, so will ich sogleich die Anwendung davon auf die kleinen Ferngläser machen, von welchen ich bereits die Ehre hatte, E. H. zu unterhalten.

In dieser Figur (S. 247.) ist PAP das Objectivglas, QBQ das Augenglas und die gerade Linie EF die Achse des Fernglases, auf welcher sich in einer sehr grossen Distanz das Objekt Ee befindet, das durch das Instrument unter dem Winkel EAe gesehen wird, der den halben Diameter des Gesichtskreises vorstellt, weil er sich auf der andern Seite um eben so viel unterwärts erstreckt. Der Punkt E ist also der Mittelpunkt des durch das Fernglas gesehenen Raums, wovon der Stral EA, weil er die beyden Gläser senkrecht durchfährt, keine Brechung leidet; und also, damit dieser Stral ins Aug falle, muß man das Aug irgendwo auf die Achse des Fernglases BF, hinter dem Augenglase, fest halten, so daß der Mittelpunkt des Augapfels sich in der Linie BF befinde, welches eine allgemeine Regel für alle Ferngläser ist. Nunmehr wollen wir das sichtbare äusserste End des Objektes e betrachten, dessen Stralen genau die ganze Oefnung des Objektivglases PAP anfüllen. Doch es wird genug seyn, wenn wir nur den einen Stral EA betrachten, der durch die Mitte des Objektivglases A geht, weil die andern Stralen ihn umgeben und beynahe nichts weiter thun, als ihn verstärken, so daß, wenn dieser Stral ins Aug fällt, die andern, oder wenigstens ein guter Theil zugleich hinein fallen, und wenn dieser Stral nicht ins Aug fällt, obgleich vielleicht einige von den andern einfallen, so sind sie doch zu schwach, um in dem Auge einen hinlänglich lebhaften Eindruck zu erwecken. Und also werden wir diese Regel festsetzen können, daß das äusserste End e des Objektes nur in so fern gesehen wird, als der Stral eA, nachdem er die beyden Gläser durchgegangen, ins Aug fällt.

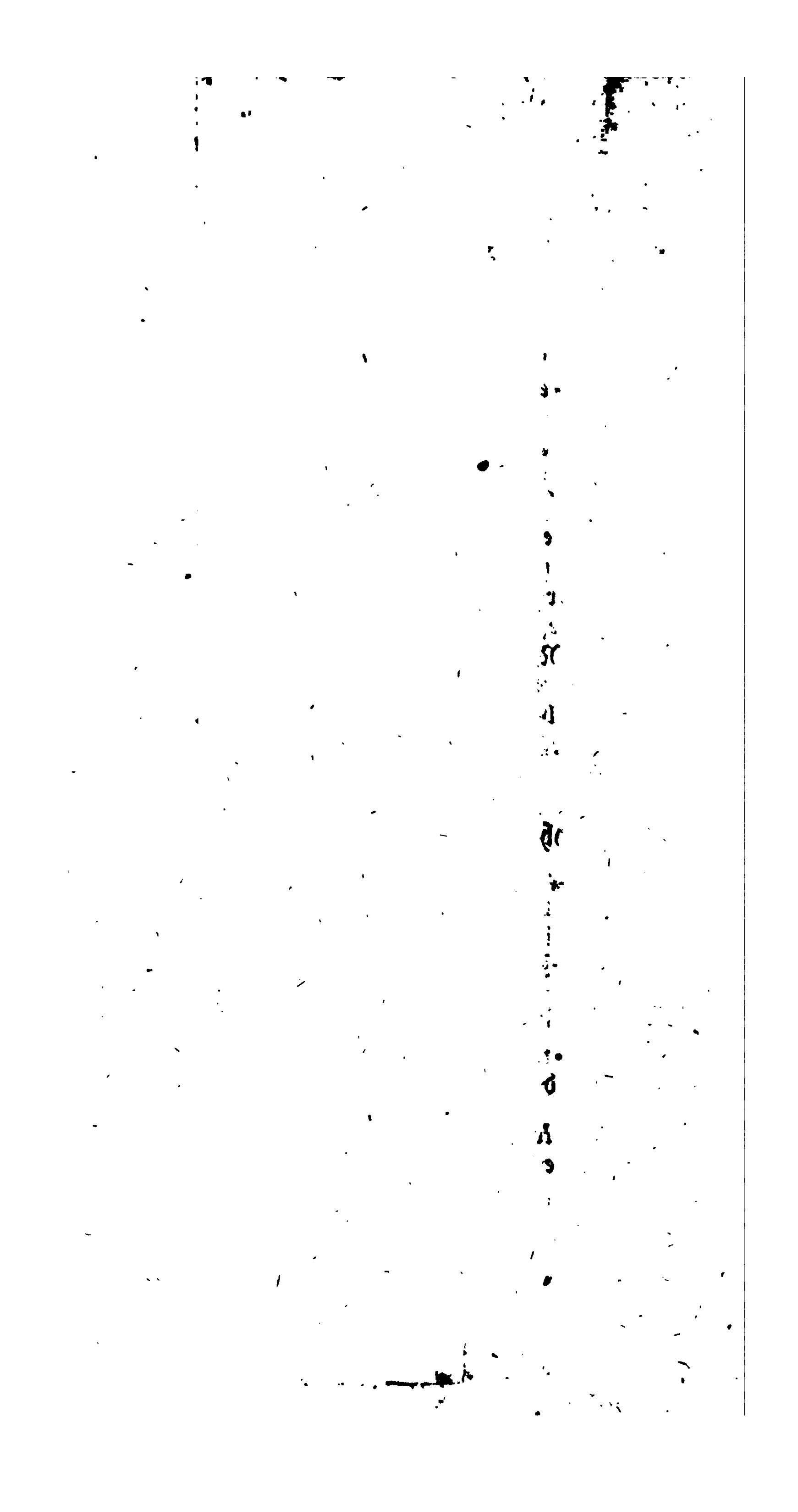
Alles wohl erwogen, muß man also sorgfältig den Weg dieses Strals e A untersuchen. Zum ersten aber leidet dieser Stral, weil er durch die Mitte des Objektivglases A geht, in demselben keine Brechung; zufolge der zu Anfang festgesetzten Regel, daß die Stralen, die durch die Mitte, welches Glases es sey, durchgehen, nicht von ihrem Wege abgebracht werden, oder keine Brechung leiden. Also würde dieser Stral e A, nachdem er das Objektivglas paßirt hat, den gleichen Weg fortsetzen, um sich mit den andern, aus eben demselben Punkt e ausgegangenen Stralen, in dem Punkte f des durch das Objektivglas in F f vorgestellten Bildes zu vereinigen, weil der Punkt f das Bild des Punktes e des Objektes ist: da aber der Stral in m das concave Glas ausser seiner Mitte antrift, so wird er von dieser Bahn abgebracht, und wird, anstatt in f zu enden, seinen Weg nach m n nehmen, der von der Achse BF mehr abweicht, so wie es die natürliche Wirkung der concaven Gläser ist, die Stralen immer mehr divergent zu machen. Um diese neue Richtung m n zu kennen, belieben Ew. Hoheit sich zu erinnern, daß das Objektivglas das Bild E e in einer umgekehrten Lage in F f vorstellt, so daß AF der Brennweite dieses Glases gleich ist, welches das Objekt E e in F f versetzt. Alsdenn vertritt dieses Bild F f die Stelle des Objektes in Ansehung des Augenglases Q B Q, welches seiner Seits, dasselbe von neuem in G g hinübersetzt, dessen Distanz BG so groß seyn muß, als die des Objektes selbst; und zu diesem Ende ist nothwendig, daß das Augenglas so gestellt werde, daß der Zwischenraum BF seiner Brennweite gleich sey.

Die Grösse dieser Bilder betreffend, so ist das erste F f durch die gerade Linie e A f bestimmt, die von e durch die Mitte A des ersten Glases gezogen ist; und

das andere Gg durch die gerade Linie fBg, die von dem Punkt f durch die Mitte B des zweyten Glases gezogen ist. Dieses angemerkt, ist der gegen dem Punkt f gerichtete Stral Am gebrochen, und geht nach mn: und diese rückwärts fortgesetzte Linie mn geht durch den Punkt g, weil dieser Stral mn in dem Auge die nämliche Wirkung hervorbringt, wie wenn er würklich vom Punkte g käme. Nunmehr da diese Linie mn sich je länger je mehr von der Achse BF entfernt, allwo sich der Mittelpunkt des Augensterns befindet, so kann der Stral mn nicht ins Aug eindringen, als in so fern die Oefnung des Sterns sich bis dahin erstreckt; und wenn die Oeffnung des Sterns in nichts verwandelt wäre, so würde der Stral mn vom Auge ausgeschlossen seyn, und also würde der Punkt e des Objekts von dem Auge nicht gesehen werden können, noch auch kein anderer Punkt des Objekts ausser der Achse AE: es würde also kein Gesichtskreis seyn, und das Aug würde durch dieses Fernglas nur den einzigen Punkt E des Objekts sehen, welcher sich in seiner Achse befindet. Hieraus ist klar, daß diese Gattung von Fernglas nur in so fern ein Feld entdeckt, als der Stern offen ist, so daß je grösser oder kleiner die Oeffnung des Sterns ist, je grösser oder kleiner auch der Gesichtskreis seyn wird. In diesem Falle wird der Punkt e dem Auge annoch sichtbar seyn, wenn der kleine Zwischenraum Bm die halbe Breite des Sterns oder auch seinen halben Diameter nicht übertrift, so daß der Stral mn darein dringen kann; aber in diesem Falle muß man auch das Aug dem Augenglase so nahe bringen, als nur möglich ist; denn weil der Stral mn sich von der Achse FB entfernt, so würde er in einer grössern Entfernung dem Sterne entwischen.

Nunmehr ist es leicht, den Gesichtskreis zu bestimmen, den diese Ferngläser uns auf dem Augenglas entdecken:

Dritter Theil. Zweyhundert und siebenter Brief. Seite 244.



decken: man darf nur den Zwischenraum Bm der halben Breite des Sterns gleich nehmen, und durch diesen Punkt m und die Mitte des Objektivglases A die gerade Linie mAe ziehen, so wird alsdenn diese Linie auf dem Objekt das äusserste End e anzeigen, welches durch das Fernglas annoch sichtbar seyn wird, und der Winkel EAe wird den halben Diameter des Gesichtskreises geben. Hieraus können Ew. Hoheit leicht schliessen, daß so bald die Distanz der Gläser AB um etliche Zoll grösser ist, der Winkel BAm sehr klein werden muß; weil die Linie oder Distanz Bm nur ohngefähr den zwanzigsten Theil eines Zolles beträgt. Wenn man aber viel vergrössern wollte, so müßte die Distanz der Gläser sehr beträchtlich werden, und daraus würde folgen, daß der Gesichtskreis unendlich klein werden würde. Also setzt die Natur der Augen selbst dieser Gattung Ferngläser Schranken, und nöthigt uns, bey andern Gattungen Hülfe zu suchen, so bald wir beträchtlichere Wirkungen verlangen.

den 16ten Februar 1762.

Zweyhundert und achter Brief.

Ich gehe zu der zwoten Gattung von Ferngläsern über, die man astronomische Ferngläser, zuweilen Tubos, nennt, und merke an, daß diese Instrumente, so wie die von der ersten Gattung, nur aus zwey Gläsern zusammengesetzt sind; aber hier bedient man sich statt des concaven Augenglases eines converen. Ich werde also darmit anfangen, daß ich Ew. Hoheit einen Begriff von dem Bau dieser astronomischen Ferngläser gebe.

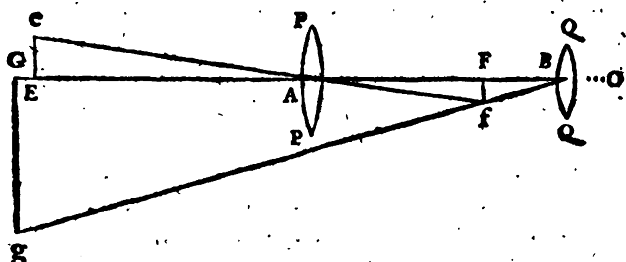
Das Objektivglas PAP in der am Ende dieses Briefs stehenden Figur ist, wie bey den andern, ein converes Glas, dessen Brennpunkt in F ist; auf die nämliche Achse befestigt man ein kleineres converes

Glas QQ, so daß sein Brennpunkt in den nämlichen Punkt F fällt. Wenn man alsdenn das Aug in O hält, so daß die Distanz BO beynahe der Brennweite des Augenglases QQ gleich ist, so wird man die Objekte deutlich und um eben so vielmahl vergrössert sehen, als die Brennweite des Objektivglases AF die des Augenglases BF übertreffen wird; hiebey aber ist zu bemerken, daß alle Objekte in einer umgekehrten Lage erscheinen, so daß, wenn man die Tubos gegen Häuser richtet, man die Dächer unten und das Pflaster oben sieht.

Da dieser Umstand für die irdischen Gegenstände, welche wir umgekehrt nicht besehen mögen, unangenehm ist, so ist der Gebrauch dieser Instrumente auf die himmlischen Objekte eingeschränkt, in Ansehung derer es uns sehr gleichgültig ist, ob wir sie so oder anders sehen; dem Astronom ist es genug, wenn er weiß, daß das, was er oben sieht, sich wirklich unten befindet, und so wiederum, was unten oben. Unterdessen steht nichts im Wege, daß man sich dieser Ferngläser nicht auch für irdische Gegenstände bedienen sollte, und man gewöhnt sich bald daran, die Gegenstände umgekehrt zu sehen, wofern sie nur deutlich und stark vergrössert erscheinen.

Nach dieser Beschreibung habe ich dreyerley zu beweisen: erstlich, daß durch diese Anordnung der Gläser die Objekte deutlich erscheinen müssen; zweytens, daß sie um eben so vielmahl vergrössert erscheinen müssen, als die Brennweite des Objektivglases die des Augenglases übertrift, und zwar in einer umgekehrten Lage; drittens habe ich zu beweisen, daß man das Aug nicht unmittelbar an das Augenglas halten muß, wie bey der erstern Gattung, sondern daß man es ohngefähr so weit davon entfernen muß, als die Brennweite des Augenglases beträgt.

1) Was den ersten Punkt betrift, so läßt sich derselbe auf die nämliche Art beweisen, wie in dem ersten Fall: die Stralen eP, eP, die, ehe sie in das Objektivglas treten, unter einander parallel sind, vereinigen sich durch die Refraction in dem Brennpunkt dieses Glases in F, und also muß das Augenglas den Parallelismus unter diesen Stralen wieder herstellen, weil das deutliche Sehen erheischt, daß die aus jedem Punkte ausgegangene Stralen unter einander beynahe parallel seyen, wenn sie ins Aug eintreten. Nun ist aber das Augenglas, das seinen Brennpunkt in F hat, so gestellt, daß es die Stralen FM, FM durch die Refraction unter einander parallel macht, und folglich wird das Aug die Stralen NO, NO unter einander parallel empfangen.



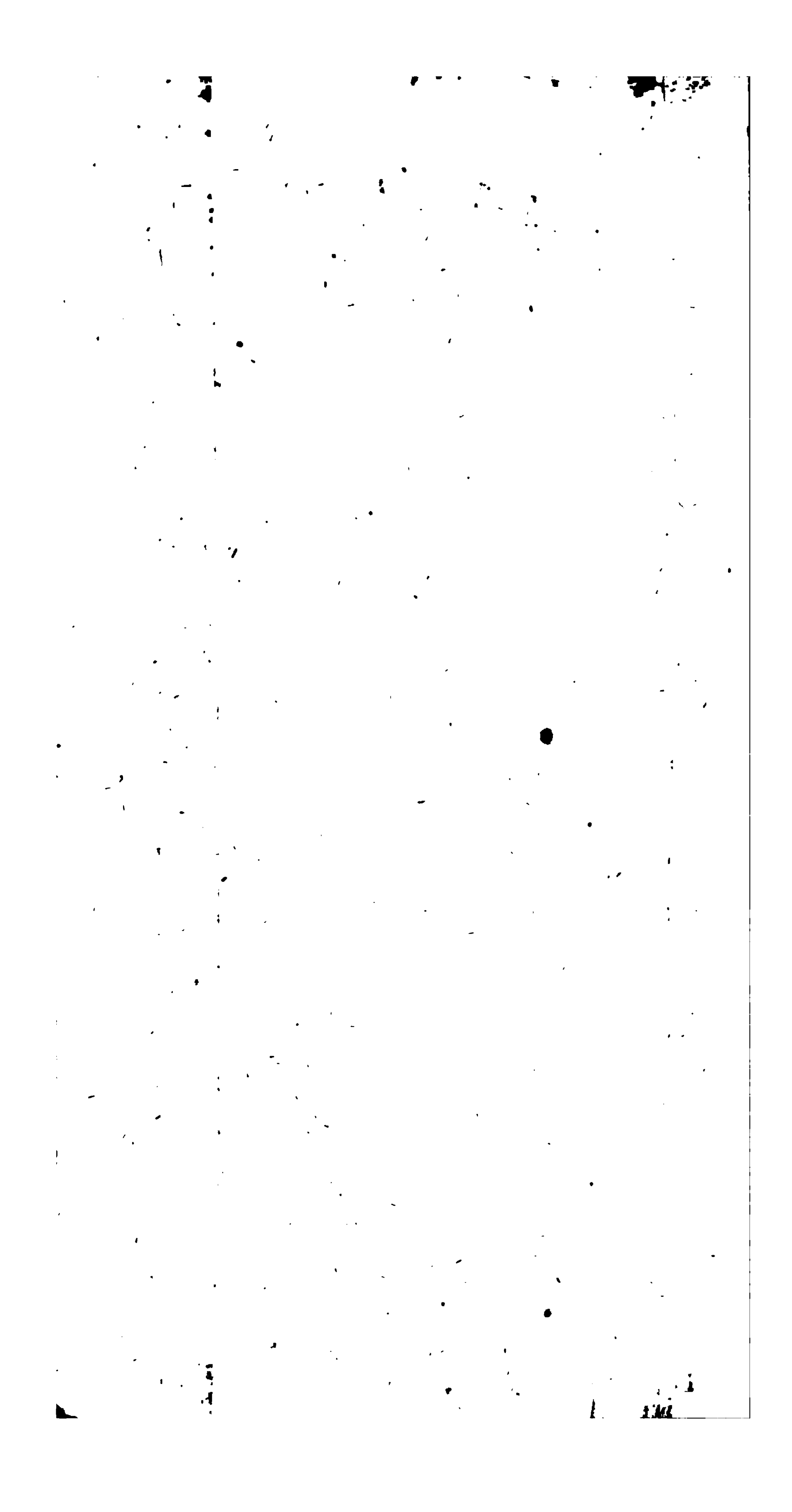
2) Was den zweyten Punkt anbetrift, so wollen wir das Objekt in Ee betrachten, aber so, daß die Distanz EA beynahe unendlich sey. Das durch das Objektivglas vorgestellte Bild wird also Ff seyn, in der Brennweite dieses Glases AF liegend, und durch die gerade Linie eAf bestimmt, die durch die Mitte des Glases gezogen ist. Dieses Bild Ff, welches umgekehrt ist, vertritt in Absicht auf das Augenglas Objekts-Stelle, und da es sich in seinem Brennpunkte befindet, so wird das zweyte Bild von neuem durch die Brechung dieses Glases ins Unendliche entfernt werden, und z. E. in Gg fallen, wobey man sich die Distanz AG, so wie AE,

AE, als unendlich vorstellen muß. Um aber die Grösse dieses Bildes zu bestimmen, darf man nur durch die Mitte B des Glases, und das äusserste End f, die gerade Linie Bfg ziehen. Nunmehr da dieses zweyte Bild Gg der unmittelbare Gegenstand des Sehens von demjenigen ist, der durch das Fernglas sieht, so ist sogleich klar, daß diese Vorstellung umgekehrt ist; und weil sie unendlich entfernt ist, so wird sie unter einem Winkel GBg erscheinen. Aber das Objekt selbst Ee wird dem bloßen Auge unter dem Winkel EAe erscheinen, wobey Ew. Hoheit, ohne daß ichs bemerke, einsehen, daß es, wegen der unendlichen Entfernung des Objekts, gleichgültig ist, die Punkte A und B zu nehmen, um die Gesichtswinkel EAe und GBg zu haben. Nunmehr sehen Ew. Hoheit hier, wie in dem vorhergehnden Falle, daß die Triangel FAf und FBf als Sectores des Zirkels betrachtet werden können, da die Linie Ff der Bogen des einen wie des andern ist, weil die Winkel selber so klein sind, daß man sich nicht merklich irrt, wenn man die Sehne für die Bogen nimmt. Also, da die Radii dieser zween Sectoren die Linien AE und BF sind, da die Bogen einander gleich sind, so folgt aus dem, was ich oben sehr weitläufig bewiesen, daß die Winkel FAf (oder auch EAe) und FBf (oder auch GBg) das nämliche Verhältniß unter einander haben, wie die Radii BF und AF. Also ist der Winkel GBg, unter welchem das Objekt durch das Fernglas gesehen wird, um eben so vielmahl grösser als der Winkel EAe, unter welchem man das Objekt mit bloßem Auge sieht, eben so vielmahl als die Linie AF die Linie BF übertrift; und dieß ist die Demonstration meines zweyten Punktes. Ich bin genöthigt, den Beweis des dritten Artikels bis auf den nächsten Posttag auszusetzen.

den 20sten Februar 1762.

Zwey-

Dritter Theil. Zweyhundert und achter Brief. Seite 248.



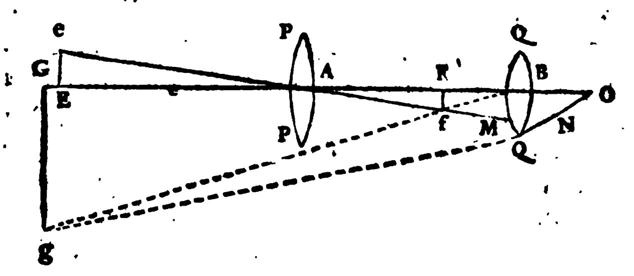
Zweyhundert und neunter Brief.

Meinem Versprechen, in Absicht auf den dritten Punkt über die astronomischen Ferngläser, welcher die Stelle des Auges hinter dem Fernglas betrift, Genügen zu leisten, bemerke ich, daß dieser Punkt mit dem Gesichtskreise sehr genau verbunden ist, und daß eben dieses Feld uns nöthigt, das Aug in der angezeigten Stelle zu halten, so daß, wenn man es näher oder weiter hielte, man kein so grosses Feld mehr entdecken würde.

Da die Weite des Feldes ein so wesentlicher und wichtiger Punkt für alle Ferngläser ist, so ist es ebenfalls wichtig, die Stelle des Auges wohl fest zu setzen, woraus es das größte Feld entdeckt. Wenn man das Aug unmittelbar an das Augenglas ansetzte, so würde man ohngefähr das nämliche Feld wie bey den kleinen Ferngläsern (lorgnettes) haben, welches unerträglich klein wird, sobald die Vergrösserung beträchtlich ist. Es ist also für die astronomischen Ferngläser ein grosser Vortheil, daß, wenn man das Aug von dem Augenglas entfernt, der Gesichtskreis bis auf einen gewissen Punkt zunimmt, und das ist eben der Grund, der diese Ferngläser noch grösserer Vergrösserungen fähig macht, indeß daß die von der erstern Gattung in diesem Betracht sehr eingeschränkt worden sind. Ew. Hoheit haben bereits gehört, daß man mit diesen Ferngläsern die Vergrösserung bis über 200mahl treibt, welches ihnen über die von der erstern Gattung einen unendlichen Vorzug giebt, als welche kaum im Stande sind, 10mahl zu vergrössern, und die kleine Schwierigkeit der umgekehrten Lage muß, in Betracht dieses grossen Vortheils, gänzlich verschwinden.

Ich werde demnach trachten, Ew. Hoheit diesen wichtigen Punkt so deutlich, als mir möglich seyn wird,

zu erklären, und meine vorhergehende Erläuterungen über den Gesichtskreis werden mir unfehlbar sehr gute Dienste leisten.



1) Wenn das Objekt Ee unendlich entfernt ist, so sey e sein durch das Fernglas noch sichtbares äusserstes End; die Gläser des Fernglases PAP und QBQ ruhen auf der gemeinschaftlichen Achse EABO, und es ist darum zu thun, daß man den Weg wohl betrachte, den der einzige Stral nehmen wird, der von dem äussersten End des Objekts e durch die Mitte A des Objektivglases geht. Ew. Hoheit werden sich noch erinnern, daß die andern Stralen, die von dem Punkt e auf das Objektivglas fallen, nichts weiter thun, als den gegebenen Stral eA begleiten und verstärken, als welcher in Absicht auf das Sehen der vornehmste ist.

2) Da nun aber dieser Stral eA durch die Mitte des Glases PP geht, so wird er keine Beugung leiden, sondern seinen Weg in gerader Linie AfM fortsezen, und indem er durch das äusserste End des Bildes Ff geht, das Augenglas in dem Punkt M erreichen, wobey dienlich ist zu bemerken, daß, wenn sich die Grösse des Augenglases nicht bis in M erstreckte, dieser Stral niemals zum Auge kommen, und der Punkt e unsichtbar seyn würde. Das will sagen, man würde das äusserste End e näher bey der Achse nehmen müssen, damit der Stral AfM das Augenglas annoch treffe.

3) Nun=

3) Nunmehr wird dieser Stral AM durch das Augenglas auf eine gewisse Weise gebrochen, welche ohne Mühe zu entdecken ist. Wir dürfen nur das zweyte Bild Gg betrachten, ob es gleich unendlich entfernt ist, so ist es genug, wenn wir wissen, daß die verlängerte gerade Linie Bf durch das äusserste End g des zweyten Bildes Gg paßirt, welches der unmittelbare Gegenstand des Gesichtes ist. Nach dieser Anmerkung muß der gebrochene Stral einen solchen Weg NO nehmen, der, wenn er verlängert wird, durch den Punkt g geht.

4) Weil also die zwey Linien ON und Bf im Unendlichen in g zusammenlaufen, so werden sie einander parallel seyn, woher wir diese leichtere Methode zu Bestimmung der Lage des gebrochenen Strals NO ziehen, man darf ihn nur mit der Linie Bf parallel ziehen.

5) Hieraus ist sehr augenscheinlich, daß der Stral NO irgendwo mit der Achse des Fernglases in O zusammenläuft, und da gemeiniglich, wenn die Vergrösserung ansehnlich ist, der Punkt F dem Glase QQ viel näher ist als dem Glase PP, so wird der Zwischenraum BM um etwas grösser seyn, als das Bild Ff; und da die Linie NO mit fB parallel ist, so wird die Linie BO beynahe BF, das ist, der Brennweite des Augenglases gleich seyn.

6) Also wenn man das Aug in O hält, so wird es nicht nur die Stralen, die von der Mitte des Objekts E kommen, sondern auch die empfangen, die von dem äussersten End e kommen, und folglich auch diejenigen, die von allen Punkten des Objekts ausgehen: das Aug würde sogar die Stralen BO und NO zugleich empfangen, wenn gleich der Stern unendlich verengert wäre. In diesem Fall also hängt der Gesichtskreis nicht von der Oeffnung des Sterns ab, wofern nur das Aug in O liegt;

liegt; aber so bald sich das Aug davon entfernt, so muß es an dem Gesichtskreise beträchtlich verlieren.

7) Wenn der Punkt M nicht an dem äusserſten End des Augenglases wäre, so würde er Stralen, die von der Achse noch mehr entfernt sind, übertragen, und also würde das Fernglas ein noch grösseres Feld entdecken. Also um den wahren Gesichtskreis zu bestimmen, den das Fernglas zu entdecken fähig ist, ziehe man aus der Mitte A des Objektivglases gegen das äusserste End des Augenglases M die gerade Linie AM, die zum Objekt fortgeführt, auf demselben in e das sichtbare äusserste End anzeigen wird; und folglich giebt der Winkel EAe oder auch BAM den halben Diameter des Gesichtskreises, der folglich um so viel grösser ist, je grösser die Weite des Augenglases ist.

8) Also, wie bey der erstern Gattung der Gesichtskreis einzig und allein von der Oeffnung des Sterns abhing; so hängt er in diesem Falle einzig von der Oeffnung des Augenglases ab, welches zwischen diesen beyden Gattungen einen sehr wesentlichen Unterschied, zum Vortheil der letztern, ausmacht. Die nämliche Figur, die ich zur Demonstration dieses Artikels über die Stelle des Auges und den Gesichtskreis gebraucht habe, ist auch sehr geschickt, die vorhergehenden Artikel in ein grösseres Licht zu setzen.

Wenn Ew. Hoheit zu betrachten belieben, daß das Objektivglas das Objekt Ee in Ff versetzt, und daß das Augenglas dasselbe aus Ff in Gg versetzt; so muß dieses Bild Gg, das sehr weit entfernt und der unmittelbare Gegenstand des Gesichts ist, deutlich gesehen werden, weil ein gutes Aug zum Deutlichsehen eine grosse Distanz erheischt; welches der erste Punkt war.

Den

Den zweyten Punkt betreffend, so ist gleich Anfangs augenscheinlich, daß, weil man statt des wahren Objekts Ee durch das Fernglas das Bild Gg sieht, dasselbe umgekehrt seyn wird. Hernach wird dieses von dem in O liegenden Auge unter dem Winkel GOg oder BON gesehen, indeß daß das Objekt Ee selbst dem blossen Auge unter dem Winkel EAe erscheinen wird; also vergrössert das Fernglas um so vielmahl, als der Winkel BON grösser ist als der Winkel EAe. Weil nun aber die Linie NO mit Bf parallel ist, so ist der Winkel BON gleich dem Winkel FBf, und der Winkel EAe ist gleich seinem in der Spitze gegenüberstehenden FAf; daher muß die Vergrösserung nach dem Verhältniß zwischen den Winkeln FBf und FAf beurtheilt werden, von welchen jener um so vielmahl grösser ist als dieser, als die Linie AF oder die Brennweite des Objektivglases die Linie BF oder die Brennweite des Augenglases übertrift. Und dieses ist ein sattsamer Beweis, daß die Elemente der Geometrie zu Untersuchungen von einer ganz verschiedenen Natur gebraucht werden können, welches Ew. Hoheit mit vielem Vergnügen erkennen werden.

den 23sten Febr. 1762.

Zweyhundert und zehnter Brief.

Nunmehr werden Ew. Hoheit leicht beurtheilen können, nicht nur wie viel ein gegebenes Fernglas vergrössere, sondern auch, wie man Ferngläser verfertigen müsse, die so vielmahl, als man will, vergrössern. In dem ersten Falle darf man nur die Brennweiten sowol des Objektiv- als des Augenglases messen, um zu sehen, wie vielmahl jene diese übertrift, welches durch die Division geschieht, so wird der Quotient die Vergrösserung anzeigen.

Also

Also, wenn man ein Fernglas hat, dessen Brennweite des Objektivglases von zwey Fuß, und die des Augenglases von 1 Zoll ist, so muß man sehen, wie vielmahl ein Zoll in zwey Fuß enthalten sey. Hier muß man wissen, daß ein Fuß 12 Zoll hat, und daß also zwey Fuß 24 Zoll machen, die man durch einen Zoll dividiren muß. Man mag aber, welche Zahl man wolle, durch 1 dividiren, so ist der Quotient immer der Zahl selbst gleich, oder auch, wenn man fragt, wie vielmahl 1 Zoll in 24 Zoll enthalten sey, so antwortet man ohne Bedenken, 24mahl, folglich vergrössert das Fernglas, von dem die Rede ist, 24mahl: das ist, es stellt uns die entfernten Gegenstände auf eben die Weise vor, als wenn sie 24mahl grösser wären, als sie sind, oder auch, man wird sie durch das Fernglas unter einem 24mahl grössern Winkel sehen, als durch das bloße Aug.

Wir wollen ein ander astronomisches Fernglas betrachten, dessen Brennweite des Objektivglases von 32 Fuß und die des Augenglases von drey Zoll ist, so werden Ew. Hoheit sehen, daß diese zwey Gläser um 32 Fuß und 3 Zoll von einander entfernt seyn müssen, weil in allen astronomischen Ferngläsern die Distanz zwischen den Gläsern gleich ist der Summe beyder Brennweiten der Gläser, wie solches aus meinem vorhergehenden Briefe erhellet.

Um nun zu finden, wie vielmahl dieses Fernglas vergrössere, muß man 32 Fuß durch 3 Zoll dividiren, und zu diesem Ende diese 32 Fuß in Zoll verwandeln, indem man sie durch 12 multipliciret.

32 Fuß
12
――――
64
32
――――
welches 384 Zoll geben wird; hernach wird man

diese

diese 384 Zoll durch 3 dividiren

$$3)\ \underline{384}$$
$$128$$

so zeigt der Quotient 128 an, daß das gegebene Fernglas 128mahl vergrössert, welches unstreitig eine sehr beträchtliche Vergrösserung ist.

Um also ein Fernglas zu verfertigen, das so oder so vielmahl, zum Exempel, 100mahl vergrössere, muß man zwey convexe Gläser nehmen, wovon des einen Brennweite 100mahl grösser sey als des andern; so wird alsdenn jenes das Objektiv; und dieses das Augenglas abgeben. Nachgehends muß man diese zwey Gläser auf die nämliche Achse stellen, so daß ihr Abstand gleich sey der Summe beyder Brennweiten; oder auch, man befestigt sie in einer Röhre von dieser Länge, so wird alsdenn das Aug, wenn es hinter dem Augenglas in der Entfernung seines Brennpunkts ist, die Objekte 100mahl grösser sehen.

Man wird dieser Bedingung auf unendlich verschiedene Weise Genüge leisten können, indem man ein Augenglas nach Belieben nimmt und es mit einem Objektivglas vereiniget, dessen Brennweite 100mahl grösser ist. Also, wenn man das Augenglas von 1 Zoll Brennpunkt nimmt, so muß das Objektivglas von 100 Zoll Brennpunkt, und die Distanz der Gläser 101 Zoll seyn. Wenn man das Augenglas von 2 Zoll Brennpunkt nimmt, so muß das Objektivglas seinen Brennpunkt auf 200 Zoll weit haben, und die Distanz zwischen den Gläsern wird 202 Zoll seyn. Wenn man das Augenglas von 3 Zoll Brennpunkt nähme, so wird die Brennweite des Objektivglases 300 Zoll und die Distanz zwischen den Gläsern 303 Zoll seyn müssen. Auf gleiche Weise, wenn man das Augenglas von 4 Zoll

Brenn-

Brennpunkt nehmen wollte, so müßte das Objektivglas seine Brennweite auf 400 Zoll weit haben, und die Distanz zwischen den Gläsern würde 404 Zoll seyn, u. s. w. je länger das Fernglas ist. Wenn man im Gegentheil dem Augenglase nur einen halben Zoll Brennpunkt gäbe, so würde das Objektivglas 100 halbe Zoll, d. i. 50 Zoll Brennpunkt haben müssen, und die Distanz zwischen den Gläsern würde nur 50 und ein halber Zoll seyn; welches etwas über 4 Fuß ausmacht. Und wenn man das Augenglas von 1 Viertelzoll nähme, so würde das Objektivglas nur 100 Viertelzoll oder 25 Zoll haben, und die Distanz zwischen den beyden Gläsern würde 25 und ein Viertelzoll, d. i. etwas weniges über zwey Fuß ausmachen.

Dieß sind also viele Arten, die nämliche Vergrösserung von 100mahl hervorzubringen, und wenn wir die Freyheit zu wählen hätten, so würden Ew. Hoheit gewiß ohne Anstand der letztern als der kürzesten den Vorzug geben, wobey das Fernglas nur etwa 2 Fuß lang wird, und unstreitig viel leichter zu regieren ist, als ein weit längeres.

Auch würde niemand anstehen, den kürzesten Ferngläsern den Vorzug zu geben, wenn alle andere Umstände die nämlichen wären, und wenn alle diese verschiedne Gattungen die Objekte in dem gleichen Grad von Vollkommenheit vorstellten. Allein obgleich alle diese gleiche Vergrösserung hervorbringen, so ist doch die Vorstellung selbst nicht gleich deutlich und hell; das letzte von 2 Fuß vergrössert zwar 100mahl, wie die andern; allein, wenn man durch ein solches Fernglas schaut, so werden die Objekte nicht nur dunkel, sondern auch schlecht begränzt und verworren erscheinen, welches unstreitig ein sehr großer Fehler ist.

Das

Das vorletzte Fernglas, dessen Objektivglas 50 Zoll Brennpunkt hat, ist diesen Fehlern weniger unterworfen, aber dennoch ist die Dunkelheit und Verwirrung noch unausstehlich: diese Fehler aber vermindern sich in dem Maaße, wie man sich grösserer Objektivgläser bedient, und sie werden schon weit geringer seyn, wenn man ein Objektivglas von 300 Zoll, mit einem Augenglas von 3 Zoll Brennpunkt gebraucht.

Nachgehends wenn man diese Maaße noch mehr vergrössert, wird die Vorstellung noch deutlicher und heller, so daß in diesem Betracht die langen Ferngläser den kurzen vorzuziehen sind, ob sie gleich auf der andern Seite minder bequem sind.

Dieser Umstand eröffnet mir eine neue Bahn, auf welcher ich die Ehre haben werde, Ew. Hoheit noch zween in der Lehre von den Ferngläsern sehr wesentliche Artikel zu erklären; der eine betrift die Klarheit oder den Grad von Licht, in welchem die Gegenstände gesehen werden; und der andere, die Deutlichkeit des Ausdruckes, worin die Objekte vorgestellt sind. Ohne diese zwo grosse Eigenschaften bringt uns alle Vergrösserung, sie sey auch noch so groß, nicht den geringsten Vortheil in der Betrachtung der Objekte.

den 27sten Februar 1762.

Zweyhundert und eilfter Brief.

Um den Grad von Klarheit zu beurtheilen, in welchem die Ferngläser uns die Objekte vorstellen, werde ich mich der nämlichen Grundsätze bedienen, die ich Ew. Hoheit zu erklären die Ehre hatte, als ich den nämlichen Punkt, in Absicht auf die Mikroskope abhandelte.

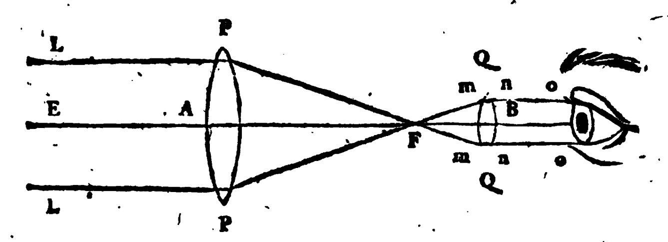
Ich muß aber allererst anmerken, daß es in dieser Untersuchung nicht um denjenigen Grad von Licht zu thun ist, der in den Objekten selbst seinen Siz hat, und der sehr verschieden seyn kann, sowol in verschiedenen Körpern, die ihrer Natur nach mehr oder minder helle sind, als in einem und demselben Körper, unter verschiedenen Umständen. Die nämliche Körper, wenn sie von der Sonne erleuchtet werden, haben unstreitig mehr Licht, als wenn der Himmel bedeckt ist, und bey Nacht ist ihr Licht gänzlich erloschen; aber auch verschiedene durch das nämliche Licht erleuchtete Körper können an Klarheit sehr verschieden seyn, je nach dem ihre Farben mehr oder minder lebhaft sind. Hier ist die Rede nicht von demjenigen Lichte oder von derjenigen Klarheit, die sich in den Objekten selbst befindet, sondern man sagt von einem Fernglas, es mag nun stark oder schwach seyn, es stelle uns die Objekte in voller Klarheit vor, wenn wir sie durch das Fernglas so helle sehen, als mit blossem Gesicht, so daß, wenn das Objekt an sich selbst dunkel ist, man nicht fodern kann, daß das Fernglas uns dasselbe mit Glanz vorstelle.

Also in Absicht auf die Klarheit ist ein Fernglas vollkommen, wenn es uns die Objekte mit eben so viel Klarheit vorstellet, als wenn wir sie mit bloßen Augen betrachteten. Dieses aber geschieht, wie in den Mikroskopen, wenn die ganze Oeffnung des Sterns von den Stralen angefüllt ist, die von jedem Punkte des Objekts kommen, nachdem sie durch das Fernglas durchgegangen sind. So lang ein Fernglas genug Stralen hergiebt, um die ganze Oeffnung des Augsterns auszufüllen, so lange kann man nicht mehrere Klarheit verlangen, und wenn gleich das Fernglas ihrer noch eine grössere Menge hergäbe, so würde es unnüze seyn, weil darum doch nicht mehrere ins Aug dringen könnten.

Man

Man hat also hier vornehmlich auf die Oeffnung des Sterns zu sehen; da aber diese veränderlich ist, so kann hierüber nichts festgesetzet werden, wenn man nicht wenigstens eine gewisse Oeffnung annimmt; man kann sich indessen begnügen, wenn der Stern, in seiner größten Zusammenziehung, mit Stralen angefüllt ist, aus diesem Grunde den Diameter des Sterns eine Linie groß anzunehmen, deren 12 einen Zoll ausmachen; oft begnügt man sich sogar mit der Hälfte, indem man dem Sterne nur die Hälfte einer Linie und bisweilen noch weniger giebt.

Wenn Ew. Hoheit erwägen, daß das Sonnenlicht das Licht des Mondes, das doch ziemlich beträchtlich ist, 300 tausendmahl übertrift, so werden Sie leicht schließen, daß eine kleine Verringerung an Klarheit, bey der Betrachtung der Objekte, von keiner Wichtigkeit ist. Nach diesen Anmerkungen bleiben mir nur noch die Stralen zu untersuchen übrig, die das Fernglas ins Aug überträgt, um sie mit dem Stern zu vergleichen; und es wird genug seyn, die Stralen, die von einem einzigen Punkte des Objekts kommen, zu betrachten, denjenigen zum Exempel, der sich in der Achse des Fernglases befindet.



I. Da das Objekt unendlich entfernt ist, so sind die Stralen, die davon auf die Oberfläche des Objektivglases PAP fallen, einander parallel; also werden

 alle

alle Stralen, die von dem Mittelpunkte des Objekts kommen, zwischen den mit der Achse EA parallelen Linien LP, LP enthalten seyn; alle diese Stralen zusammen heissen der Bündel (faisceau) Stralen, die auf das Objektivglas fallen, und die Dicke dieses Bündels ist der Weite oder der Oeffnung des Objektivglases gleich, dessen Diameter PAP ist.

II. Dieser Bündel Stralen verwandelt sich durch die Refraktion des Objektivglases in eine kegelförmige oder zugespitzte Figur PFP, und nachdem er sich in dem Brennpunkt F gekreuzet, formirt er einen neuen Kegel mFm, der sich in dem Augenglas endigt, woselbst augenscheinlich ist, daß die Basis dieses Kegels mm um so vielmahl kleiner ist, denn die Breite des Bündels PP, als die Distanz FB kürzer ist, denn die Distanz AF.

III. Nunmehr werden diese Stralen Fm, Fm, indem sie durch das Augenglas QBQ paßiren, von neuem einander parallel und formiren den Bündel Stralen no, no, die in das Aug dringen, und daselbst das Bild des Punktes vom Objekt abmahlen, von welchem sie ursprünglich ausgegangen sind.

IV. Alles kömmt nunmehr auf die Dicke dieses Bündels von Stralen no, no an, der in das Aug dringt; und wenn diese Dicke nn oder oo der Oeffnung des Sterns gleich oder grösser als sie ist, so wird der Stern davon angefüllt, und das Aug wird alle mögliche Klarheit genießen, oder auch, das Objekt wird mit eben so viel Klarheit erscheinen, als wenn man es, ohne andre Hülfe, nur mit den bloßen Augen betrachtete.

V. Wenn aber die Dicke dieses Bündels nn oder oo viel kleiner wäre als der Stern, so ist augenscheinlich,

lich, daß die Vorstellung um so viel dunkler werden würde, welches ein grosser Fehler des Fernglases wäre. Also, um diesem abzuhelfen, muß die Dicke dieses Bündels nicht kleiner seyn, als die Hälfte einer Linie, und es würde gut seyn, wenn sie eine ganze Linie groß wäre, weil dieses die gewöhnliche Oeffnung des Sterns ist.

VI. Es ist aber klar, daß die Dicke dieses Bündels mit der Dicke des erstern Bündels in einem gewissen Verhältniß steht, welches nicht schwer zu bestimmen ist: man darf nur sehen, wie vielmahl der Zwischenraum nn oder mm kleiner ist als der Zwischenraum PP, der die Oeffnung des Objektivglases ist. Es hat aber der Zwischenraum PP zu mm dasselbe Verhältniß, als die Distanz AF zu BF, wovon die Vergrösserung abhängt; und also zeigt uns die Vergrösserung selbst, wie vielmahl der Bündel LPLP breiter sey, als der Bündel no no, der ins Aug dringt.

VII. Also, weil die Breite nn oder oo eine Linie oder wenigstens eine halbe Linie seyn muß, so muß die Oeffnung des Objektivglases PP wenigstens so viel halbe Linien enthalten, als die Vergrösserung anzeigt; also wenn das Fernglas 100mahl vergrössern soll, so muß die Oeffnung seines Objektivglases 100 halbe Linien oder 50 Linien im Diameter haben, die 4 Zoll und 2 Linien ausmachen, (den Zoll zu 12 Linien gerechnet).

VIII. Hieraus verstehen Ew. Hoheit, daß, um alle Dunkelheit zu vermeiden, die Oeffnung des Objektivglases von einer gewissen Grösse, und diese Grösse immer beträchtlicher seyn muß, je beträchtlicher die Vergrösserung ist; und folglich wird das Fernglas

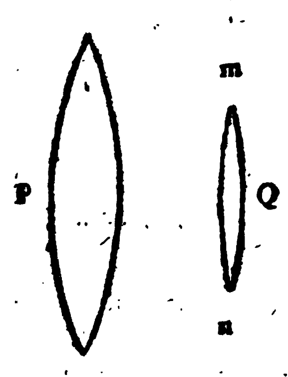
in der Klarheit der Vorstellung immer mangelhaft seyn, wofern das Objektivglas, das man gebrauchen will, einer so grossen Oeffnung nicht fähig ist.

Nunmehr ist ganz klar, daß man zu ansehnlichen Vergrösserungen keine kleine Objektivgläser oder deren Brennweite allzuklein ist, gebrauchen kann; weil ein aus Bogen von kleinen Zirkeln formirtes Glas keine grosse Oeffnung haben kann.

den 1sten März 1762.

Zweyhundert und zwölfter Brief.

Ew. Hoheit haben so eben gesehen, daß die Vergrösserung die Grösse oder Weite des Objektivglases bestimmet, damit die Objekte in einem hinlänglichen Grad von Klarheit erscheinen. Diese Bestimmung betrift nur die Grösse oder Oeffnung des Objektivglases, indessen hat sie auch auf seine Brennweite einigen Einfluß, so daß je grösser das Glas seyn wird, je grösser auch seine Brennweite seyn muß.



Der Grund hievon ist augenscheinlich, weil, wenn man ein Glas formiren will, dessen Brennweite z. E. zween

zween Zoll ist, seine zwo Flächen Zirkelbogen seyn müssen, deren Radius auch ohngefähr 2 Zoll ist; ich habe also hier zwey solche Gläser P und Q vorgestellt, wo die Bogen mit einem Radius von 2 Zoll beschrieben sind. Das Glas P, so wie es dicker ist, ist auch viel grösser, als das andre Q; allein, ich werde in der Folge erklären, daß die dicken Gläser andern Schwierigkeiten unterworfen sind, die selbst so groß sind, daß man sich ihres Gebrauchs gänzlich begeben muß. Das Glas Q wird also zum Gebrauche tüchtiger seyn, weil es aus kleinern Bogen desselben Zirkels besteht, und da seine Brennweite 2 Zoll ist, so kann seine Weite oder Oeffnung mn kaum über einen Zoll seyn. Woraus man diese Generalregel festsetzen kann, daß immer die Brennweite eines Glases mehr denn zweymahl grösser seyn muß, als der Diameter seiner Weite mn, oder auch die Oeffnung eines Glases muß nothwendig kleiner seyn als die Hälfte seiner Brennweite.

Da wir also angemerkt haben, daß, um 100mahl zu vergrössern, die Oeffnung des Objektivglases über 4 Zoll seyn muß, so folgt hieraus, daß die Brennweite über 8 Zoll seyn muß, und ich werde bald zeigen, daß das doppelte nicht hinlänglich ist, und daß man die Brennweite dieses Glases sogar bis über 300 Zoll vermehren muß. Die Deutlichkeit im Ausdrucke des Bildes fodert diese grosse Vermehrung, wovon ich in der Folge reden werde; hier begnüge ich mich anzumerken, daß, in Absicht auf die geometrische Figur des Glases, die Oeffnung nicht grösser seyn kann, als die Hälfte seiner Brennweite.

Ich werde mich also hier über die Oeffnung des Objektivglases, die jede Vergrösserung erfodert, ein wenig umständlicher erklären, und zuerst anmerken, daß, obgleich ein hinlänglicher Grad von Klarheit eine Oeffnung

nung von 4 Zoll erheischt, wenn das Fernglas 100mahl vergrössern soll, man sich bey astronomischen Ferngläsern dennoch mit einer von 3 Zoll begnüget, weil dadurch die Verminderung der Klarheit nur wenig merklich wird; daher haben die Künstler diese Regel festgesetzt, daß, um 100mahl zu vergrössern, die Oeffnung des Objektivglases 3 Zoll seyn müsse, und für andre Vergrösserungen nach Proportion. Also, um 50mahl zu vergrössern, ist es hinlänglich, wenn die Oeffnung des Objektivglases anderthalb Zoll ist; um 25mahl zu vergrössern, reichen drey Viertel-Zoll zu, und so mit den andern Vergrösserungen.

Hieraus sieht man, daß zu kleinen Vergrösserungen eine sehr kleine Oeffnung des Objektivglases zureichend ist, und daß folglich die Brennweite sehr mittelmäßig seyn kann. Aber, wenn man 200mahl vergrössern will, so muß die Oeffnung des Objektivglases 6 Zoll oder von einem halben Fuß seyn, welches schon ein sehr grosses Glas erfodert, dessen Brennweite sogar über 100 Fuß seyn muß, wenn man einen deutlichen und wohl bestimmten Ausdruck haben will: dieß ist der Grund, warum die starken Vergrösserungen so beträchtlich lange Ferngläser erfodern, wenigstens nach der gewöhnlichen Anordnung der Gläser, die ich die Ehre habe Ew. Hoheit zu erklären. Denn seit einiger Zeit hat man mit gutem Erfolg an der Verringerung dieser übermäßigen Länge gearbeitet. Gleichwohl muß die Oeffnung des Objektivglases der Regel folgen, die ich so eben festgesetzt habe, weil die Klarheit nothwendig hievon abhängt.

Also, wenn man ein Fernglas machen wollte, das 400mahl vergrössert, so würde die Oeffnung des Objektivglases immer 12 Zoll oder ein Fuß seyn müssen, wie klein man auch seine Brennweite machen könnte: und

wenn

wenn man 4000mahl vergrössern wollte, so würde die Oeffnung des Objektivglases 10 Fuß seyn müssen. Das würde also wohl ein grosses, ja ein allzugrosses Glas seyn, als daß es unsre Künstler verfertigen könnten, und dieß ist der Hauptgrund, warum wir nicht hoffen können, die Vergrösserung jemals so weit zu bringen, wofern nicht irgend ein grosser Fürst die zur Bildung und Bearbeitung so grosser Gläser erfoderliche Kosten hergeben wollte; und vielleicht würde es alsdenn doch nicht gelingen.

Unterdessen müßte uns ein Fernglas, das 4000mahl vergrössern würde, viele Wunder am Himmel entdecken: der Mond würde uns 4000mahl grösser scheinen, als wir ihn mit blossen Augen sehen; oder auch, wir würden den Mond eben so sehen, als ob er uns 4000mahl näher wäre, als er würklich ist. Wir wollen also sehen, bis auf welchen Grad wir die verschiedene Körper, die sich darauf befinden, unterscheiden könnten. Man schätzt den Abstand des Mondes auf 52000 deutsche Meilen, wovon der 4000ste Theil 13 Meilen macht, und also würde uns ein solches Fernglas den Mond auf die nämliche Art zeigen, wie wenn wir nur 13 Meilen davon entfernt wären, und folglich würden wir die nämlichen Dinge darauf unterscheiden können, die wir auf Gegenständen unterscheiden, die auf ähnliche Weite entfernt sind; nun aber kann man auf einem Berge gar wohl andre Berge sehen, die über 13 Meilen entfernt sind. Es ist also nicht zu zweifeln, daß wir auf der Oberfläche des Mondes eine Menge Sachen entdecken würden, über die wir uns sehr verwundern würden; aber um zu entscheiden, ob der Mond von Geschöpfen bewohnt sey, die denen auf der Erde ähnlich sind, dazu ist eine Distanz von 13 Meilen noch allzugroß; zu diesem Ende würde man ein Fern-

glas nöthig haben, das noch 10mahl mehr und folglich in allem 40000mahl vergrösserte, dessen Objektivglas eine Oeffnung von 100 Fuß haben müßte, welches keine menschliche Geschicklichkeit jemals zu Stande bringen wird. Aber durch ein solches Fernglas würden wir den Mond eben so sehen, als ob er nicht weiter von uns entfernet wäre, als Berlin von Spandau ist, und gute Augen würden gar wohl Menschen darauf sehen können, wenn es welche darauf gäbe, aber dennoch allzuwenig deutlich, um völlig gewiß davon zu seyn.

Da wir uns in diesem Punkt mit Wünschen begnügen müssen, so wollte ich mir lieber auf einmahl ein Fernglas wünschen, das 100tausendmahl vergrösserte; alsdenn würde sich der Mond zeigen, als ob er nur eine halbe Meile von uns entfernt wäre. Die Oeffnung des Objektivglases dieses Fernglases würde also 250 Fuß seyn müssen, und wenigstens die grossen Thiere im Mond würden uns sichtbar werden.

den 6ten März 1762.

Zweyhundert und dreyzehnter Brief.

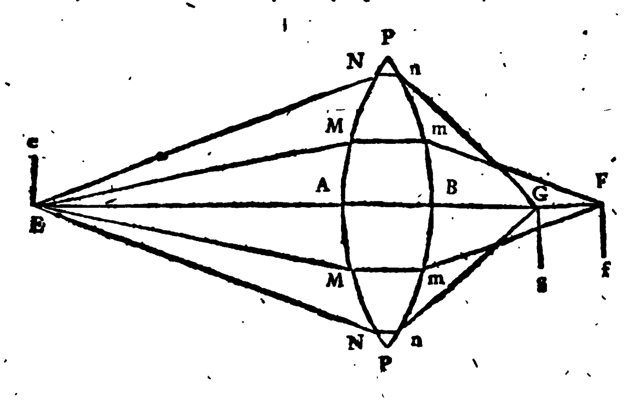
Die Deutlichkeit im Ausdruck ist unter den Eigenschaften eines Fernglases ein so wichtiger Punkt, daß er über alle andere den Vorzug zu haben scheint, von denen ich bereits die Ehre gehabt, Ew. Hoheit Bericht abzustatten, weil jederman gesteht, daß ein Fernglas, das die Bilder der Objekte nicht deutlich vorstellt, sehr mangelhaft sey. Ich will daher vornemlich die Quellen dieses Mangels der Deutlichkeit erklären, damit wir nachgehends mit so viel besserm Erfolg auf die Mittel ihnen abzuhelfen denken können.

Diese Quellen scheinen um so viel verborgener, weil die Grundsätze, die ich bisher festgesetzt habe, uns nicht auf

auf ihren Ursprung leiten; es kömmt dieser Fehler aber daher, daß einer von den Grundsätzen, deren ich mich bisher bedient habe, im strengsten Sinne nicht wahr ist, ob er gleich nur sehr wenig von der Wahrheit abweicht.

Ew. Hoheit erinnern sich, daß ich angenommen habe, ein convexes Glas versammle in einem Punkte des Bildes alle die Stralen, die von einem Punkte des Objekts ausgehen; wenn dieß im strengsten Sinne wahr wäre, so würden die durch die Gläser vorgestellte Bilder eben so gut umgränzt seyn als das Objekt selbst, und man würde von dieser Seite keinen Mangel zu besorgen haben.

Hier sehen wir nunmehr, worin die Mangelhaftigkeit dieses Grundsatzes besteht: die Gläser haben diese Eigenschaft, die ich von ihnen angenommen habe, nur um ihre Mitte; die Stralen, die gegen die Ränder durch das Glas gehen, versammlen sich in einem andern Punkte, als diejenigen, die um die Mitte des Glases durchgehen, obgleich alle von dem nämlichen Punkt des Objekts kommen, und daher entstehen zwey verschiedene Bilder, die die Deutlichkeit stöhren.



Um

Um dieses in sein volles Licht zu setzen, wollen wir das convexe Glas PP betrachten, auf dessen Achse sich das Objekt Ee befindet, dessen Punkt E, der in der Achse liegt, die Stralen EN, EM, EA, EM, EN auf die Oberfläche des Glases wirft, und eben auf den Weg dieser durch die Refraction veränderten Stralen müssen wir unsre Aufmerksamkeit richten.

I. Zu allererst leidet der Stral EA, der durch die Mitte A des Glases geht, keine Brechung, und setzt seinen Weg, nach der nämlichen Richtung, auf der Linie ABF fort.

II. Die diesem sehr nahe liegenden Stralen AM und AM werden eine kleine Brechung leiden, durch welche sie sich irgendwo in F mit der Achse vereinigen, allwo die Stelle des Bildes Ff ist, wovon ich in meinen erstern Briefen über diese Materie geredet hatte.

III. Die Stralen EN und EN, die von der Achse EA weiter entfernt sind, und die gegen die Ränder NN des Glases durchgehen, leiden eine in etwas verschiedene Brechung, die sie nicht in dem Punkt F, sondern in einem andern dem Glase nähern Punkte G vereiniget, und diese Stralen werden ein anderes von dem erstern Ff verschiedenes Bild Gg vorstellen.

IV. Diesen ganz besondern Umstand, auf den ich vorher nicht aufmerksam gewesen bin, wollen wir also wohl bemerken; nämlich, daß die Stralen, die um die Ränder durch das Glas gehen, ein anderes Bild Gg vorstellen, als die durch die Mitte MAM des Glases gehen.

V. Wenn sich die Stralen EN, EN noch weiter von der Mitte A entfernten, und durch die äussersten

Enden

Enden P und P des Glases selbst durchgiengen, so würde ihre Vereinigung noch näher bey dem Glase fallen und ein neues dem Glase noch näheres Bild als Gg ist, formiren.

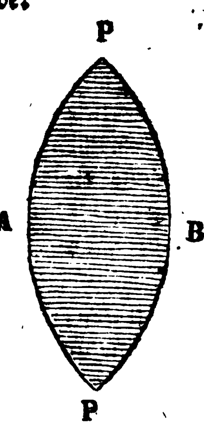
VI. Hieraus werden Ew. Hoheit leicht schliessen, daß das erste Bild Ff, welches man das Hauptbild nennet, nur aus den Stralen gebildet wird, die der Mitte A beynahe unendlich nahe sind, und so bald die Stralen davon abweichen gegen die Ränder des Glases, so wird daraus ein besonderes, dem Glase näheres Bild formirt, bis endlich diejenigen, die nahe bey den Rändern durchgehen, das letzte Gg formiren.

VII. Also stellen alle Stralen, die durch das Glas PP durchgehen, würklich eine unendliche Menge zwischen Ff und Gg liegende Bilder vor, und in jeder Distanz von der Achse bringt die Refraction des Glases ein besonderes Bild hervor, so daß der Raum zwischen F und G mit einer Reihe von Bildern angefüllt ist.

VIII. Diese Reihe Bilder wird auch die Diffusion des Bildes genennt, und wenn alle diese Stralen nachgehends in irgend ein Aug dringen, so ist natürlich, daß das Sehen hiervon um so viel verwirrter seyn wird, je beträchtlicher der Raum FG ist, durch welchen das Bild zerstreut ist: wenn dieser Raum FG in nichts verwandelt wäre, so würde keine Verwirrung oder Mangel an Deutlichkeit zu besorgen seyn.

IX. Je mehr die Bögen PAP und PBP grosse Theile von den Zirkeln sind, von denen sie genommen sind, je grösser ist auch der Diffusionsraum FG; und hieraus verstehen Ew. Hoheit, warum man alle allzudicke Gläser verwerfen muß, wo diese Bögen, die die Flächen des Glases formiren, beträchtliche Theile

von Zirkeln sind; wie in dieser Figur, wo die Bögen PAP und PBP den vierten Theil des ganzen Umkreises ausmachen, so daß jeder 90 Grade enthält, welches folglich eine unausstehliche Verwirrung hervorbringen würde.



X. Die Bögen, welche die Flächen eines Glases formiren, müssen daher weit weniger als 90 Grade enthalten, auch weniger als 60. denn auch da würde die Diffusion des Bildes noch unausstehlich seyn. Die Schriftsteller, die über diese Materie geschrieben haben, wollen höchstens nur 30 Grad gestatten: und es giebt einige derselben, die auf 20 Grad herabgehen. Ein solches Glas ist in der folgenden Figur vorgestellt, wo die Bögen PAP und PBP nur 20



Grad

Grad enthalten, da jeder nur der 18te Theil des ganzen Umkreises ist, davon sie genommen sind.

XI. Aber wenn dies Glas die Stelle eines Objektivglases in einem Fernglase vertreten soll, so müssen die Bögen PAP und PBP noch weit weniger Grade enthalten. Denn obgleich die Diffusion des Bildes an sich unmerklich ist, so vermehrt doch die Vergrösserung dieselbe eben so vielmahl als das Objekt selbst. Und also, je stärker die Vergrösserung ist, desto geringer muß die Anzahl von Graden seyn, die die Flächen umfassen.

XII. Wenn das Fernglas 100mahl vergrössern soll, so erinnern Ew. Hoheit sich, daß die Oeffnung PP des Objektivglases 3 Zoll seyn muß, und seine Brennweite 360 Zoll, welche den Radiis gleich ist, womit die zween Bogen PAP und PBP beschrieben sind; woraus folgt, daß jeder von diesen zween Bogen nur einen halben Grad enthält; und eben die Deutlichkeit im Ausdruck erheischt ein so kleines Maaß; wenn man 200mahl vergrössern wollte, so würde ein halber Grad noch zu viel seyn, und alsdenn müßte das Maaß der Bogen nicht über ein Drittel-Grad seyn. Unterdessen muß dieser Bogen eine Weite von 6 Zoll bekommen; also muß der Radius des Zirkels um so viel grösser seyn, und folglich auch die Brennweite. Dieß ist der wahre Grund, warum die starke Vergrösserungen so beträchtlich lange Ferngläser erfodern.

den 9ten März 1762.

Zweyhundert und vierzehnter Brief.

Wenn der Diffusions-Raum eines Objektivglases zu groß ist, als daß der Fehler in der Deutlichkeit

des

des Bildes, der daher entsteht, erträglich wäre, so ist nichts leichter, als diesem Fehler abzuhelfen; man darf nur das Glas mit einer Scheibe von Pappendeckel bedecken, die gegen die Mitte ein Loch hat, so daß das Glas keine andere Stralen durchlassen kann, als die durch das Loch fallen, und daß diejenigen, die vorher durch die Ränder des Glases durchgiengen, davon ausgeschlossen seyn: denn weil jetzt nur die Stralen um die Mitte des Glases durchgelassen werden, so wird der Diffusions-Raum um so viel kleiner seyn, je kleiner das Loch ist: und durch dieses Mittel, daß man das Loch verkleinert, kann man den Diffusions-Raum so klein machen, als man will.

Alsdenn ist es eben so viel, als ob das Glas nicht grösser wäre als das Loch, also wird der durch den Pappendeckel bedeckte Theil unnütz und die Oeffnung des Glases wird durch dieses Loch bestimmt: auch bedient man sich dieses Hülfsmittels, um den Objektivgläsern so viel Oeffnung zu geben, als man dienlich findet.



In der beygefügten Figur ist PP das Objektivglas, vor welchem der Carton NN hingestellt ist, in dem das Loch MM ist, und nun sagt man, dieses Loch MM sey die Oeffnung des Glases. Diese Oeffnung MM ist ohn-

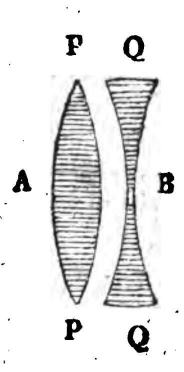
ohngefähr die Hälfte von dem, was sie seyn würde, wenn man den Pappendeckel wegnähme, und also ist der Diffusionsraum viel kleiner; man bemerkt sogar, daß er in diesem Fall um $\frac{3}{4}$ kleiner ist, als er vorher war, und ein kleineres Loch MM, welches nur das Drittel von PP wäre, würde den Diffusionsraum 9mahl kleiner machen; also ist die Wirkung dieses Hülfsmittels sehr beträchtlich, und wenn man die Ränder eines Glases auch nur ein wenig bedeckt, so wird die Wirkung davon dennoch sehr merklich.

Wenn also ein Fernglas den Fehler hat, daß die Objekte nicht deutlich genug erscheinen, weil eine Reihe von Bildern, die in einander fließen, nothwendig eine Verwirrung hervorbringen muß; so darf man alsdenn nur die Oeffnung des Objektivglases durch einen solchen Pappendeckel enger machen, so wird diese Verwirrung unfehlbar verschwinden. Allein, man fällt in einen andern Fehler, der nicht minder beschwerlich ist; der Grad von Klarheit wird dadurch vermindert. Ew. Hoheit erinnern sich, daß jede Vergrösserung eine gewisse Oeffnung des Objektivglases erfodert, damit so viel Stralen durchgehen als nöthig sind, um eine hinlängliche Klarheit zu verschaffen; es ist daher sehr verdrießlich, daß, indem man dem einen Fehler abhilft, man sich einem andern bloßgiebt; und es ist schlechterdings nöthig, daß ein gutes Fernglas genugsame Klarheit gebe, ohne der Deutlichkeit in der Vorstellung der Objekte zu schaden.

Aber sollte es denn kein Mittel geben, den Diffusionsraum der Objektivgläser zu verringern, oder gar zu zernichten, ohne ihre Oeffnung zu verringern? Dieß ist die grosse Frage, an der man seit einiger Zeit arbeitet, und deren Auflösung uns die größten Fortgänge in der Dioptrik verspricht. Ich werde daher die Ehre haben,

Ew. Hoheit die Mittel zu erklären, die die Gelehrten ausgedacht haben, um zu diesem Zwecke zu gelangen.

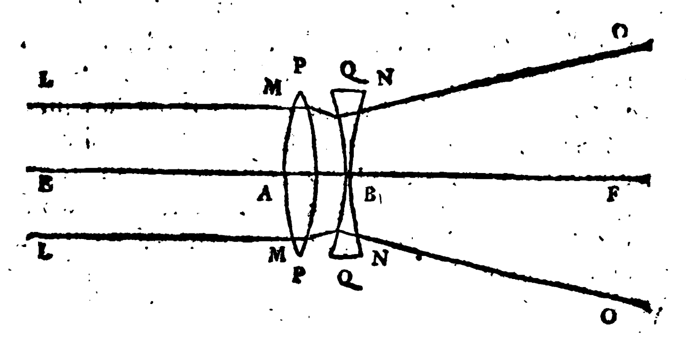
Da der Brennpunkt der Stralen, die durch die Mitte eines convexen Glases gehen, weiter von dem Glase entfernt ist, als der Brennpunkt der Stralen, die gegen die Ränder durchgehen, so hat man bemerkt, daß die concaven Gläser eine entgegengesetzte Wirkung hervorbringen; welches zu folgender Untersuchung Anlaß gegeben, ob es nicht möglich wäre, ein convexes Glas mit einem concaven so zusammen zu setzen, daß der Diffusionsraum gänzlich zernichtet würde? und daß im übrigen ein solch zusammengesetztes Glas die gleiche Wirkung hervorbrächte, wie ein gemeines einfaches Objektivglas? Ew. Hoheit wissen, daß die concaven Gläser eben sowohl durch ihre Brennweite gemessen werden, wie die convexen; mit diesem Unterschied, daß der Brennpunkt der concaven nur eingebildet ist, und vor das Glas fällt; indeß daß der Brennpunkt der convexen Gläser würklich ist und hinter ihnen fällt. Nach dieser Bemerkung schließt man folgender maßen.



I. Wenn man hinter einem convexen Glas PAP ein concaves QBQ von gleicher Brennweite stellt, so wer-

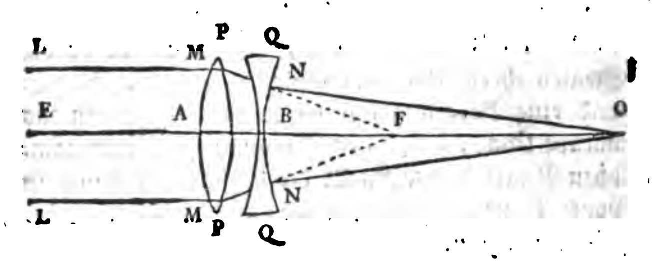
werden die Stralen, die das convexe Glas in seinem Brennpunkt vereinigen würde, durch das concave Glas dergestalt gebrochen werden, daß sie einander wieder parallel werden, so wie sie es waren, ehe sie durch das convexe Glas durchgiengen.

II. In diesem Fall also hebt das concave Glas die Wirkung des convexen auf, und es ist als ob die Stralen ihren natürlichen Weg fortsetzten, ohne irgend eine Brechung erlitten zu haben. Denn das concave Glas, das seinen Brennpunkt in dem nämlichen Punkt F hat, stellt die Stralen, die in dem Punkt F zusammenlaufen wollten, wieder in die parallele Lage her.



III. Wenn die Brennweite des concaven Glases kleiner wäre, als die des convexen, so würde es eine grössere Wirkung hervorbringen, und die Stralen, so wie in der beygefügten Figur, divergent machen: die parallel einfallende Stralen LM, EA, LM, wenn sie durch die zwey Gläser durchgehen, nehmen die Richtungen NO, BF, NO, die unter einander divergiren. Diese zwey Gläser zusammen bringen also die nämliche Wirkung hervor, wie ein gewisses einfaches concaves Glas, das einfallenden Parallel-

Stralen die gleiche Divergenz geben würde. Also zwey solche Gläser zusammengefügt, wovon das concave eine kleinere Brennweite hat, als das convexe, haben den gleichen Werth mit einem einzelnen concaven Glas.



IV. Aber wenn das concave Glas QQ eine grössere Brennweite hat, als das convexe Glas PP, so ist es nicht einmal hinreichend, die Stralen wieder parallel zu machen, die das einzelne convexe Glas in seinem Brennpunkt F vereinigen wollte: diese Stralen werden daher convergent bleiben, aber ihre Convergenz wird durch das concave Glas vermindert werden, so daß sie sich, anstatt in F, in einem entfernten Punkt O vereinigen werden.

V. Diese zwey Gläser zusammengefügt werden also die gleiche Wirkung hervorbringen, wie ein einzelnes einfaches convexes Glas, das seinen Brennpunkt in O hätte, weil ein solches Glas die parallelen Stralen LM, EA, LM auf gleiche Weise in dem nämlichen Punkt vereinigen würde, woraus erhellet, daß es möglich ist, zwey Gläser, wovon das eine convex und das andere concav ist, auf unzählige Weisen mit einander zu verbinden, so daß ihre Verbindung einem gegebenen convexen Glase gleich sey.

VI. Ein solches doppeltes Objektivglas kann also in den Ferngläsern statt eines einfachen, dem es an Wir-

kung

kung gleich ist, gebraucht werden, und die Wirkung in Ansehung der Vergrösserung wird völlig die nämliche seyn. Der Diffusionsraum aber wird gänzlich verschieden seyn, und es kann geschehen, daß er entweder grösser oder kleiner ist, als der von einem einfachen Objektivglas, und in diesem leztern Fall wird das doppelte Objektivglas dem einfachen weit vorzuziehen seyn.

VII. Aber noch mehr; man hat gefunden, daß es möglich ist, zwey Gläser so zu ordnen, daß der Diffusionsraum ganz vernichtet wird, welches unstreitig der vortheilhafteste Fall für die Vollkommenheit der Ferngläser ist. Der Calcul entdeckt uns diese Anordnungen, allein die Künstler sind noch nicht geschickt genug sie auszuführen.

den 13ten März 1762.

Zweyhundert und funfzehnter Brief.

Eine solche Verbindung zweyer Gläser, wovon ich so eben Ew. Hoheit einen Begriff gegeben, wird ein zusammengeseztes Objektivglas genennet, dessen Zweck ist, daß alle Stralen, sowol die in der Mitte des Glases als die durch die Ränder durchgehen, in einem einzigen Punkt versammlet seyen, so daß in demselben nur ein einziges Bild formirt werde, ohne einige Diffusion, wie es in den einfachen Objektivgläsern geschieht. Wenn es den Künstlern in dieser Verfertigung gelänge, so würde man hieraus die größten Vortheile ziehen. Ich werde Ew. Hoheit hievon Bericht abstatten.

Erstlich ist augenscheinlich, daß die Vorstellung der Objekte viel deutlicher und besser begränzt seyn muß, weil das Sehen nicht mehr durch die Erscheinung dieser Reihe von Bildern verwirrt wird, welche, wenn das Objectivglas einfach ist, den Diffusionsraum einnehmen.

Hernach, weil dieser Diffusionsraum der einzige Grund ist, der uns nöthigt, den einfachen Objektivgläsern eine so übermäßige Brennweite zu geben, damit die beschwerliche Wirkung, die daher entsteht, unmerklich gemacht werde; so sind wir, wenn wir dergleichen zusammengesetzte Objektivgläser gebrauchen, nicht mehr an dieses unbequeme Hülfsmittel gebunden; und so können wir ungemein viel kürzere Ferngläser machen, die die nämliche Vergrösserung hervorbringen.

Wenn man 100mal vergrössern und ein einfaches Objektivglas dazu gebrauchen will, so kann seine Brennweite nicht geringer als 30 Fuß seyn, und das Fernglas wird, des Augenglases wegen, noch grösser, weil dessen Brennweite noch in der Länge zugegeben werden muß; ein geringeres Objektivglas würde, seines grössern Diffusionsraums wegen, eine unerträgliche Verwirrung verursachen. Es ist aber eine Länge von 30 Fuß nicht nur sehr unbequem, sondern den Künstlern gelingen auch selten Gläser von einer so grossen Brennweite. Ew. Hoheit werden den Grund davon leicht einsehen, weil nämlich der Radius der Flächen dieses Glases auch von 30 Fuß seyn müßte, es aber sehr schwer ist, einen so grossen Zirkel genau zu beschreiben, wo die mindeste Abweichung die ganze Arbeit unnütz machen würde.

Dergleichen Zufälle sind in der Verfertigung der zusammengesetzten Objektivgläser nicht zu besorgen, als welche aus kleinern Zirkeln formirt werden können, wofern sie nur groß genug für die zur Vergrösserung nöthige Oeffnung sind. So haben wir gesehen, daß, um 100 mahl zu vergrössern, die Oeffnung des Objektivglases 3 Zoll seyn muß; man könnte aber leicht ein zusammengesetztes Objektivglas verfertigen, dessen Brennweite nur 8 Fuß 4 Zoll wäre, und das noch eine Oeffnung von mehr als 3 Zoll zuließe; da nun die Brennweite des

Au-

Augenglases 100mahl kleiner seyn muß, welches 1 Zoll seyn würde; und da der Zwischenraum zwischen den Gläsern eigentlich die Summe ihrer Brennweite ist, so würde die Länge des Fernglases nur 8 Fuß 5 Zoll ausmachen, also weit weniger als 30 Fuß.

Es scheint sogar, daß ein solches zusammengesetztes Objektivglas, dessen Brennweite nur 50 Zoll wäre, auch eben sowol noch eine Oeffnung von 3 Zoll, ja noch darüber, gestatten könnte; also, wenn man das Augenglas von einem halben Zoll Brennweite nähme, so würde man die gleiche Vergrösserung von 100mahl erhalten, und die Länge des Fernglases auf die Hälfte, das ist, auf 4 Fuß und etwa 3 Zoll verkürzen können. Ein solches Fernglas würde dieselbe Wirkung hervorbringen, als ein gemeines von 30 Fuß, welches unstreitig der größte Vortheil wäre, den man wünschen könnte.

Wenn ein solches zusammengesetztes Objektivglas glückte, so dürfte man nur alle Maaße verdoppeln, um eins zu haben, das eine Oeffnung von 6 Zoll verstattete, und dieses könnte dazu gebraucht werden, um 200mahl zu vergrössern, wenn man sich eines Augenglases von einem halben Zoll Brennweite bediente, als welches den 200sten Theil der Brennweite des Objektivglases ausmacht, die in diesem Fall 100 Zoll seyn würde. Ein gemeines Fernglas aber, das 200mahl vergrössert, ist über 100 Fuß lang; anstatt, daß das aus einem zusammengesetzten Objektivglas verfertigte nur ungefähr 8 Fuß lang und sehr bequem zum Gebrauch wäre, da hingegen ein Fernglas von 100 Fuß eine beynahe unnütze Last ist.

Allein man könnte die Sache wohl noch weiter treiben, und die Maaße noch einmahl verdoppeln, um ein zusammengesetztes Objektivglas zu haben, dessen Brenn-

weite von 200 Zoll oder von 16 Fuß und 8 Zoll wäre, das eine Oeffnung von 12 Zoll oder von 1 Fuß gestattete; wenn man alsdann ein Augenglas von einem halben Zoll Brennpunkt nimmt, weil 200 Zoll 400 halbe Zoll enthalten, so wird man ein Fernglas haben, das 400mahl vergrössern und noch sehr wohl zu behandeln seyn wird, weil es kaum 17 Fuß wäre, anstatt daß, wenn man die nämliche Vergrösserung durch ein einfaches Objektivglas hervorbringen wollte, die Länge des Fernglases über 300 Fuß seyn müßte; ein solches Fernglas aber würde, wegen seiner ungeheuern Länge, sicher von keinem Nutzen seyn.

In Paris hat man ein Fernglas von 120, und in London eins von 130 Fuß; allein, die entsetzlichen Schwierigkeiten, sie auf ihre Gestelle zu bringen und zu regieren, vereiteln beynahe die Vortheile, die man sich davon versprochen hatte. Hieraus werden Ew. Hoheit leicht urtheilen, wie wichtig es seyn würde, wenn man in der Verfertigung dieser zusammengesetzten Objektivgläser, von denen ich so eben geredet, glücklich wäre. Die ersten Ideen davon hatte ich schon vor vielen Jahren mitgetheilt, und seit dieser Zeit arbeiten die geschicktesten Künstler in England und Frankreich an ihrer Ausführung; die Sache erfodert viele Versuche und eine grosse Geschicklichkeit von Seiten des Arbeiters, und ob ich gleich durch den Mechanicus unsrer Akademie einige Versuche nicht ohne Erfolg habe machen lassen, so haben mich dennoch die Unkosten, die ein solches Unternehmen erfodert, genöthiget, es wieder aufzugeben.

Aber im vergangenen Jahre hat die Societät der Wissenschaften in London angekündiget, daß ein sehr geschickter Künstler, Namens Dollond, glücklich damit zu Stande gekommen; und nunmehr werden seine Ferngläser aller Orten bewundert. In Paris rühmt sich ein

eben

eben so grosser Künstler, Namens Passement, eines ähnlichen Erfolgs; beyde haben mir ehemals die Ehre erzeigt, über diese Materie einen Briefwechsel mit mir zu unterhalten; allein, da es hauptsächlich darum zu thun war, einige grosse Hindernisse in der Ausführung zu übersteigen, womit ich mich niemals abgegeben hatte, so ist es wohl billig, daß ich ihnen die Ehre der Entdeckung überlasse: nur der theoretische Theil gehört mir zu, und der hat mich sehr tief geholte Untersuchungen und die mühsamsten Berechnungen gekostet, vor deren blossen Anblick Ew. Hoheit erschrecken würden; also werde ich mich wohl hüten, Dieselben über diese schreckliche Materie zu unterhalten.

den 16ten März 1762.

Zweyhundert und sechzehnter Brief.

Um Ew. Hoheit unterdessen doch einigen Begriff von den Untersuchungen zu geben, die mich auf die Verfertigung der zusammengesetzten Objektivgläser geführt haben, muß ich bey der Bildung der einfachen Gläser anfangen. Ich merke an, daß die zwo Flächen eines Glases auf unzählig verschiedene Arten können gebildet werden, indem man die Zirkel, wovon die Flächen Theile sind, einander gleich oder ungleich nimmt, doch so, daß die Brennweite immer die nämliche bleibe.

Gemeiniglich giebt man den beyden Flächen eines Glases die nämliche Figur, oder auch, da man die Flächen der Gläser durch Zirkelbogen vorstellt, macht man die beyden Flächen mit Radiis, die einander gleich sind. Die Bequemlichkeit in der Ausführung hat ohne Zweifel diese Figur empfohlen, weil man sich der gleichen Schleifschüssel zur Bildung der einen und der andern Fläche hat bedienen können, und die meisten Arbeiter nur

mit einer kleinen Anzahl von Schleifschüsseln versehen sind.

Wir wollen ein convexes Glas annehmen, dessen beyde Flächen auf derselben Schüssel, von 24 Zoll Radius, gearbeitet wären, so daß jede Fläche ein Bogen von einem Zirkel von 24 Zoll wäre, ein solches Glas wird auf beyden Seiten gleich convex genennt, und hat, wie man insgemein rechnet, seinen Brennpunkt in der Distanz von 24 Zoll; allein, da der Brennpunkt von der Brechung abhängt, und die Brechung nicht durchaus eben dieselbe in allen Arten von Gläsern ist, worin sich eine ziemlich beträchtliche Verschiedenheit findet, je nachdem das Glas mehr oder weniger weiß und hart ist; so ist diese Berechnung des Brennpunkts eigentlich nicht richtig, und gemeiniglich ist die Brennweite um ein wenig geringer als der Radius dieser beyden Flächen, bald um den zehnten bald um den zwölften Theil; also wird das Glas, das ich so eben angenommen habe, dessen Radii von jeder Seite 24 Zoll sind, seinen Brennpunkt auf ohngefähr 22 Zoll weit haben, wenn es von der gleichen Gattung Glas verfertigt ist, woraus man gemeiniglich die Spiegel macht; ob man gleich auch in dieser Gattung von Gläsern eine kleine Verschiedenheit, in Absicht auf die Brechung, antrift.

Jetzt merke ich an, daß, wenn man die beyden Flächen des Glases ungleich macht, man eine unzähliche Menge anderer Gläser formiren kann, die alle gleiche Brennweite haben; denn wenn man den Radius der einen Fläche kleiner als von 24 Zoll nimmt, so wird man den Radius der andern Fläche um so viel grösser, nach einem gewissen Verhältniß, nehmen; und immer kann man den Radius der einen Fläche nach Gutbefinden nehmen, und vermittelst einer gewissen Regel den Ra-

Radius der andern Fläche finden, damit die Brennweite die nämliche werde, als ob die eine Fläche wie die andre 24 Zoll Radius hätten. Nachfolgende Tafel zeigt verschiedene dergleichen Gläser, die alle die nämliche Brennweite haben.

Gläser	Radius der ersten Fläche	Radius der zweyten Fläche
I.	24	24
II.	21	28
III.	20	30
IV.	18	36
V.	16	48
VI.	15	60
VII.	14	84
VIII.	13	156
IX.	12	unendlich.

In der letzten Form ist der Radius der einen Fläche nur von 12 Zoll, oder die Hälfte von 24 Zoll, aber der Radius der andern wird unendlich, oder auch, diese Fläche ist der Bogen eines unendlich grossen Zirkels; und da ein solcher Bogen von einer geraden Linie nicht mehr verschieden ist, so wird diese Fläche platt, und dieses Glas plano-convex seyn.

Wenn wir den Radius der einen Fläche geringer als 12 Zoll nehmen wollten, so müßte die andere Fläche concav gemacht werden, und so würde das Glas convexo-concav werden, und alsdann den Namen Menisk führen, wovon hier auch einige Figuren berechnet sind.

Me-

Menisk	Radius der converen Fläche	Radius der concaven Fläche.
X.	11	132
XI.	10	60
XII.	9	36
XIII.	8	24
XIV.	6	12
XV.	4	6
XVI.	3	4

Dieß ist also noch eine neue Gattung von Gläsern, wovon die letzte in der beygefügten Figur vorgestellet ist, so daß wir hier 16 verschiedene Gattungen haben, die alle ihren Brennpunkt auf die nämliche Weite, ungefähr von 22 Zoll, oder ein wenig mehr oder minder, nach der Beschaffenheit des Glases, haben.

Also, wenn es nur um die Brennweite zu thun ist, die das Glas haben soll, so ist es gleichgültig, nach welcher von diesen Formen man es bearbeiten will; aber ein sehr grosser Unterschied findet sich unter denselben, in Absicht auf den Diffusionsraum, dem jede Gattung unterworfen ist, indem dieser Raum in den einen geringer wird als in den andern. Wenn man ein einfaches Objektivglas, wie gewöhnlich, gebrauchen will, so ist es nicht

nicht mehr gleichgültig, von welcher Figur man es nehme, diejenige wird unstreitig die vorzüglichste seyn, die den kleinsten Diffusionsraum hervorbringt. Diese schöne Eigenschaft aber kömmt der erstern Gattung nicht zu, wo die beyden Flächen gleich sind, sondern ohngefähr der VIIten Gattung, die mit diesem Vorzug begabt ist, daß, wenn man ihre convexere Fläche, oder diejenige, deren Radius kleiner ist, gegen das Objekt kehrt, alsdann der Diffusionsraum ohngefähr um die Hälfte kleiner ist, als wenn das Glas auf beyden Seiten gleich convex wäre; daher muß man den einfachen Objektivgläsern diese vortheilhafteste Figur geben, und die Künstler sind auch hierüber einerley Meynung.

Hieraus ist klar, daß es zur Beurtheilung des Diffusionsraums eines Glases nicht genug ist, seine Brennweite zu kennen, sondern man muß auch seine Gattung wissen, das ist, die Radios der einen und der andern Seite, und dabey noch wohl unterscheiden, welche dem Objekt zugekehrt ist.

Nach dieser Erklärung merke ich an, daß man, um die Verbindung zweyer Gläser zu suchen, die keine Diffusion der Bilder hervorbringen, durchaus die Figur der beyden Flächen jedes Glases in Betrachtung ziehen muß, und daß man dieses Problem aufzulösen hat, welches müssen die Radii der Flächen der beyden Gläser seyn, damit der Diffusionsraum in nichts verwandelt werde? Die Auflösung dieser Frage erfodert die tiefsten Untersuchungen der höchsten Meßkunst; aber wenn man auch damit zu Ende ist, so findet der Künstler doch noch viele Schwierigkeiten zu übersteigen; er muß den Schleifschüsseln genau die nämliche Krümme geben, die der Calcul gelehrt hat, und dieß ist noch nicht genug: denn indeß, daß man das Glas auf der Schüssel bearbeitet, um ihm ihre Figur zu geben,

leidet

leidet die Schüssel selbst auch darunter; man ist daher genöthiget, die Figur der Schüssel von Zeit zu Zeit zu verbessern, und das mit der größten Genauigkeit; sobald man bey einem dieser Handgriffe fehlt, so kann man sich keinen glücklichen Erfolg versprechen; auch ist sehr schwer zu verhindern, daß das Glas eine der Figur der Schüssel doch etwas unähnliche Figur annehme; woraus Ew. Hoheit leicht beurtheilen können, wie schwer es seyn müsse, diesen wichtigen Punkt der Dioptrik zu seiner Vollkommenheit zu bringen.

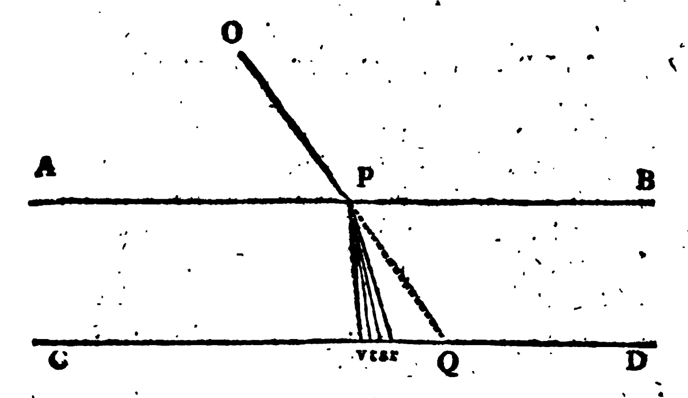
den 20sten März 1762.

Zweyhundert und siebzehnter Brief.

Ew. Hoheit haben so eben gesehen, auf was Weise man der Schwierigkeit abhelfen muß, daß die Stralen, die durch die Ränder eines Glases gehen, sich nicht in dem nämlichen Punkt vereinigen, worin sich jene vereinigen, die durch seine Mitte gehen, so daß hieraus eine Menge durch den Diffusionsraum zerstreuter Bilder entsteht. Allein, diese Schwierigkeit ist nicht die einzige, der die Gläser unterworfen seyn mögen, es giebt noch eine wichtigere, welcher abzuhelfen fast unmöglich scheint, weil ihre Ursache nicht in dem Glase, sondern in der Natur der Stralen selbst liegt.

Ew. Hoheit erinnern sich, daß in den Stralen eine grosse Verschiedenheit herrscht, in Absicht auf die verschiedene Farben, die uns von jenen empfindbar gemacht werden; ich vergleiche diese Verschiedenheit mit einer andern, die man in den Tönen findet, indem ich als einen Grundsatz festsetze, jede Farbe sey an eine gewisse Anzahl von Vibrationen gebunden. Allein, wenn gleich diese Erklärung noch zweifelhaft schiene, so ist doch immer sehr gewiß, daß die Stralen der verschiedenen Farben auch ver-

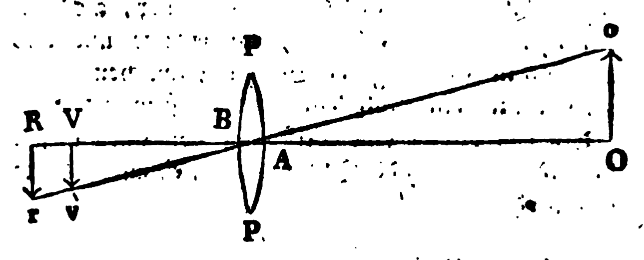
verschiedene Brechungen leiden, indem sie aus einem durchsichtigen Körper in den andern übergehen; so leiden die rothen Stralen die geringste Brechung, und die violetten die größte, obgleich der Unterschied beynahe unmerklich ist. Alle andere Farben aber, als das Pomeranzengelbe, das Gelbe, das Grüne und das Blaue sind in Ansehung der Brechung zwischen diesen zweyen Gränzen eingeschlossen. Auch muß man anmerken, daß das Weisse eine Mischung von allen diesen Farben ist, die durch die Brechung von einander abgesondert werden.



Würklich, wenn man einen weissen Stral OP, oder einen Sonnenstral, schief auf ein Stück Glas ABCD fallen läßt, so wird er, anstatt seinen Weg nach der Richtung PQ fortzusetzen, nicht nur davon abweichen, sondern er wird sich noch in viele Stralen Pr, Ps, Pt, Pv, theilen, wovon der erste Pr, der am wenigsten abgewichen ist, die rothe Farbe, und der letzte Pv, der am meisten abgewichen ist, die violette Farbe vorstellt; die Zerstreuung rv ist viel kleiner als die Figur vorstellt, unterdessen wird ihre Divergenz je länger je merklicher.

Aus

Aus dieser verschiedenen Refrangibilität der Stralen, nach ihren verschiedenen Farben, entstehen die folgenden Erscheinungen, in Absicht auf die dioptrischen Gläser.



I. Es sey PP ein convexes Glas, auf dessen Achse OR sich in einer sehr grossen Entfernung AO das Objekt Oo befindet, dessen Bild bestimmet werden will, so wie es durch das Glas vorgestellt wird, wenn man hier nicht auf die erste Unregelmäßigkeit sieht, welche die Diffusion betrift, oder welches auf eins hinausläuft, wenn man hier nur diejenigen Stralen betrachtet, die durch die Mitte des Glases AB durchgehen, eben so, als wenn seine Ränder mit einem Pappendeckel bedeckt wären.

II. Nunmehr wollen wir annehmen, das Objekt Oo sey roth, so daß alle seine Stralen auch von gleicher Natur seyn, so wird das Glas irgendwo desselben Bild Rr ebenfalls roth vorstellen; alsdenn nennt man den Punkt R den Brennpunkt der rothen Stralen, oder derjenigen, die die geringste Brechung leiden.

III. Wenn aber das Objekt Oo violett ist, so wird, weil die Stralen von dieser Farbe die größte Brechung leiden, das Bild Vv dem Glase näher seyn, als das vorhergehende Rr; dieser Punkt V wird der Brennpunkt der violetten Stralen genennt.

IV.

IV. Wenn das Objekt mit irgend einer andern, zwischen der rothen und der violetten innstehenden, Farbe bemahlt wäre, so würde das Bild zwischen den Stellen R und V fallen, und immer gar deutlich und durch die gerade Linie o B begränzt seyn, die von dem äusserstenEnde des Objekts o durch die Mitte des Glases gezogen ist; welche Regel alle Farben angeht.

V. Aber wenn die Farbe des Objekts nicht unvermischt ist, wie das beynahe bey allen Körpern geschieht; oder wenn das Objekt O o weiß ist, welches eine Mischung von allen Farben ist, alsdenn werden die verschiedenen Gattungen von Stralen durch die Brechung von einander getrennt, und jede wird ein besonderes Bild vorstellen. Dasjenige, was durch die rothen Stralen formirt wird, wird sich in R r befinden, und dasjenige, so durch die violetten Stralen gebildet wird, in V v; der ganze Raum RV aber wird mit den Bildern der mittlern Farben angefüllt seyn.

VI. Von jedem Bilde O o also wird das Glas PP eine Menge in dem kleinen Raum RV hingestellter Bilder vorstellen, wovon das von dem Glas am meisten entfernte R r roth und das nächste V v violett ist, die mittlern aber von Mittelfarben; nach der Ordnung der Farben, die wir in dem Regenbogen sehen.

VII. Jedes von diesen Bildern wird an sich gar deutlich, und alle werden durch die gerade Linie o B v r begränzt seyn, die von dem äussersten Ende des Objekts o durch die Mitte des Glases B gezogen ist. Aber alle zusammen können ohne eine ziemlich merkliche Verwirrung nicht gesehen werden.

VIII. Daher entsteht also auch ein Diffusionsraum wie bey der ersten Unregelmäßigkeit, der aber darin von

demselben unterschieden ist, daß dieser nicht von der Oeffnung des Glases abhängt, und daß jedes Bild seine besondere Farbe hat.

IX. Dieser Diffusionsraum RV hängt von der Brennweite des Glases ab, so daß er immer ungefähr den 28sten Theil derselben ausmacht; also wenn die Brennweite des Glases PP 28 Fuß ist, so wird der Raum RV einem ganzen Fuß gleich, oder auch die Distanz zwischen dem rothen Bild Rr und dem violetten Vv ist ein Fuß groß. Wenn die Brennweite zweymahl grösser oder von 56 Fuß wäre, so würde der Raum RV von 2 Fuß seyn, u. s. w.

X. Daher wird die Schätzung der Brennweite eines Glases unsicher, weil die Stralen einer jeden Farbe ihren besondern Brennpunkt haben: und wenn man von dem Brennpunkt eines Glases redet, so würde man sich immer erklären müssen, welche Farbe man versteht. Aber gemeiniglich versteht man es von den Stralen von mittlerer Art zwischen roth und violet, welche der grünen Farbe entsprechen.

XI. Also wenn man, ohne sich deutlicher zu erklären, sagt: die Brennweite dieses Glases ist z. E. 56 Fuß, so muß man verstehen, das grüne Bild falle auf diese Distanz; alsdenn wird das rothe Bild ungefähr um einen Fuß weiter und das violette um einen Fuß näher fallen.

Hier sehen wir also einen neuen sehr wesentlichen Umstand, auf welchen man bey dioptrischen Instrumenten zu merken hat.

den 23sten März 1762.

Zwey-

Zweyhundert und achtzehnter Brief.

Diese neue Diffusion oder Vervielfältigung des Bildes, die von der verschiedenen Refrangibilität der Stralen herkömmt, in so fern sie von verschiedenen Farben sind, hat man von der vorhergehenden wohl zu unterscheiden, welche von der Oeffnung des Glases herrührte, und auch daher, daß die Stralen, die nahe bey den Rändern durchgehen, ein ander Bild formiren, als die durch die Mitte gehen. Auch muß man dieser neuen Schwierigkeit auf eine ganz andere Weise abhelfen als der erstern.

Ew. Hoheit werden sich zu erinnern belieben, daß ich zwey Mittel vorgeschlagen habe, um der erstern Schwierigkeit abzuhelfen; das eine bestand in der Vergrösserung der Brennweite, um die Krümme der Flächen des Glases zu vermindern; dieses Hülfsmittel hatte uns auf solche ausserordentlich lange Fernröhre gebracht, wenn man eine beträchtliche Vergrösserung verlangte. Das andere Mittel bestand in der Verbindung zweyer Gläser, eines converen und eines andern concaven, um die Brechung zu mäßigen, so daß alle durch die Gläser durchgelassene Stralen sich in dem nämlichen Punkte vereinigen, und der Diffusionsraum in Nichts verwandelt werde.

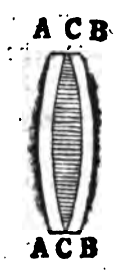
Aber weder das eine noch das andere von diesen Mitteln leistet uns bey dieser neuen durch die verschiedene Refrangibilität der Stralen verursachten Schwierigkeit einige Hülfe. Das erste bringt sogar eine ganz widrige Wirkung hervor, weil, je mehr man die Brennweite des Glases vermehrt, desto beträchtlicher der Raum wird, in welchem die gefärbte Bilder zerstreut sind: die Vereinigung zweyer oder mehrerer Gläser ist ebenfalls von gar keinem Nutzen, und man hat sowol durch die Erfahrung als durch die Theorie gefunden, daß die

Bilder von verschiedenen Farben immer getrennt bleiben, die Anzahl der Gläser, wodurch man die Stralen gehen läßt, mag so groß seyn als sie will, und daß der Unterschied um so viel grösser wird, je mehr das Fernglas vergrössern soll.

Dieser Umstand hat den grossen Newton dergestalt erschreckt, daß er die Hofnung aufgegeben, diesem Fehler abzuhelfen, den er von allen dioptrischen Instrumenten untrennbar glaubte, wo das Sehen durch gebrochene Stralen geschieht. Aus diesem Grunde hat er sich entschlossen, die Refraction gänzlich fahren zu lassen, und den Vorsatz gefaßt, anstatt der Objektivgläser Spiegel zu gebrauchen, weil die Reflexion für alle Stralen immer dieselbe ist; diese Idee hat uns nachher diese vortreflichen Reflexions-Teleskopen verschafft, deren erstaunliche Wirkungen man bewundert, und wovon ich ein andermahl besonders reden werde, wenn ich alles werde angeführt haben, was die Refractions-Instrumente betrift.

Da ich überzeugt war, daß es unmöglich wäre, der verschiedenen Refrangibilität der Stralen durch Verbindung mehrerer Gläser abzuhelfen, habe ich bemerkt, daß der Grund hievon auf dem Refractionsgesetze beruhet, das bey allen Gattungen von Gläsern dasselbe ist; und ich nahm wahr, daß, wenn man andere durchsichtige Materien gebrauchen könnte, deren Refraction von der Refraction des Glases beträchtlich genug verschieden wäre, es wohl möglich seyn würde, eine solche Materie mit dem Glase so zu verbinden, daß alle verschiedene Stralen sich vereinigten, ein einiges Bild zu formiren, ohne daß es einen Diffusionsraum gäbe. Nachgehends hab ich diese Idee weiter verfolgt, und Mittel gefunden, aus Glas und Wasser Objektivgläser zusammen zu setzen, die von der Wirkung der verschiedenen Refrangibilität

der Stralen gänzlich befreyt waren, die folglich eine eben so gute Wirkung hervorbringen mußten, als die Newtonischen Spiegel.



Diese Idee habe ich nun durch zwey Menisken oder concavo-convexe Gläser ausgeführt, wovon das eine AACC und das andere BB CC ist, die ich mit ihren concaven Flächen an einander gelegt, indem ich den Raum zwischen beyden mit Wasser anfüllte, so daß die Stralen, die durch das Glas AACC eingetreten sind, erst das zwischen den beyden Gläsern enthaltene Wasser durchgehen müssen, ehe sie durch das andere Glas CC BB herausgehen können. Jeder Stral leidet also vier Brechungen, die erste, indem er aus der Luft in das Glas AACC eintritt, die zweyte, wenn er aus diesem Glas in das Wasser übergeht, die dritte, wenn er aus dem Wasser in das andere Glas CCBB geht, die vierte, wenn er aus diesem Glas in die Luft hinaustritt.

Da die vier Flächen dieser beyden Gläser allhier in Betrachtung kommen, so hab ich Mittel gefunden, ihre Halb-Diameter zu bestimmen, so daß ein Lichtstral, von welcher Farbe er seyn mag, sich, nachdem er diese vier Brechungen erlitten, in dem gleichen Punkte vereinigt, und daß die verschiedene Refrangibilität nicht weiter verschiedene Bilder hervorbringt.

Diese aus zwey Gläsern und Wasser zusammengesetzte Objektivgläser fielen anfangs allzusehr in die erste Schwierigkeit, daß die Stralen, die gegen die Ränder durchgehen, einen andern Brennpunkt formiren, als diejenige, die durch die Mitte gehen; aber nach sehr mühsamen Untersuchungen hab ich Mittel gefunden, die Radios der vier Flächen dergestalt in Verhältniß zu bringen, daß diese zusammengesetzte Objektivgläser auf einmal von den Schwierigkeiten der einen und der andern Klasse befreyt seyn mußten. Aber hierzu mußte man alle durch den Calcul vorgeschriebene Maaße so genau vollziehen, weil die geringste Abweichung alle Vortheile, die man davon erwartete, mislingen machte, so daß ich mich nicht länger mit der Verfertigung dergleichen Objektivgläser aufhalten wollte.

Zudem würde dieser Vorschlag nur den Schwierigkeiten abhelfen, die auf Seiten des Objektivglases zu befürchten sind, und das Augenglas würde eine eben so beschwerliche Wirkung hervorbringen, welcher man unmöglich auf die nämliche Art abhelfen kann. Oft bedient man sich auch mehrerer Augengläser, um Ferngläser zu verfertigen, wie ich E. H. in der Folge zu erklären die Ehre haben werde, und also würde man nicht viel dabey gewinnen, wenn man sich allzuängstlich bey dem Objektivglas allein aufhielte, und die andern Gläser darüber vernachläßigte, obgleich ihre Wirkung, in Absicht auf die Wirkung des Objektivglases, wenig merklich ist.

Allein, so viele Mühe mich diese Untersuchungen gekostet haben mögen, so muß ich doch frey gestehen, daß ich gegenwärtig die Verfertigung solcher aus Glas und Wasser zusammengesetzten Objektivgläser gänzlich aufgebe; nicht nur wegen ihrer allzumühsamen Bewerkstelligung, sondern auch, weil ich seitdem andre Mittel

entdeckt habe, nicht die Wirkung der verschiedenen Refrangibilität der Stralen zu zerstören, aber doch sie unmerklich zu machen, worüber ich Ew. Hoheit nächstens zu unterhalten die Ehre haben werde.

den 27sten März 1762.

Zweyhundert und neunzehnter Brief.

Als die Reflexions-Teleskopen in Schwang gekommen sind, hat man die Refractions-Ferngläser dergestalt verschrieen, daß man glauben mußte, sie verdienten weiter kein ander Schicksal, als die gänzliche Verwerfung. Auch hat man seit dieser Zeit ihre Verfertigung gänzlich vernachläßiget, in der festen Ueberzeugung, alle Mühe, die man sich um ihre Vervollkommnung geben würde, wäre unnütz, weil der große Newton bewiesen hatte, daß die beschwerliche Wirkungen der verschiedenen Refrangibilität der Stralen von der Verfertigung der Ferngläser schlechterdings unzertrennlich wären.

Nach dieser Meynung könnten alle Ferngläser uns die Objekte nicht anders als mit einer unausstehlichen Verwirrung vorstellen, und das um so mehr, als die Vergrösserung beträchtlicher seyn würde. Unterdessen, ob man gleich Ferngläser findet, die in dieser Absicht äusserst mangelhaft sind, so findet man doch zuweilen auch sehr gute, die den so gerühmten Reflexions-Teleskopen nichts nachgeben. Es ist dieses ohne Zweifel ein sehr grosses Paradoxon; denn wenn dieser Fehler, den man den Ferngläsern vorrückt, recht gegründet wäre, so müßte man nicht eines finden, das davon befreyt wäre: folglich verdient diese durch die Erfahrung uns bestätigte Ausnahme alle unsere Aufmerksamkeit.

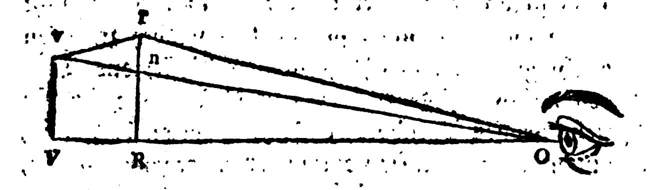
Es ist also darum zu thun, die wahre Ursache zu ergründen, warum einige Ferngläser die Objekte ziemlich

deutlich vorstellen, anstatt daß andre dem durch die verschiedene Refrangibilität der Stralen verursachten Fehler nur allzusehr unterworfen sind. Ich glaube, den Grund davon entdeckt zu haben, und werde ihn Ew. Hoheit in folgenden Anmerkungen sogleich vorlegen.

I. Es ist sehr gewiß, daß das Objektivglas eine Menge Bilder von jedem Objekt vorstellt, die alle in dem Diffusions-Raum liegen, und wovon jedes seine eigene Farbe hat, wie ich es in meinem vorhergehenden Briefe bewiesen habe.

II. Jedes von diesen Bildern wird zu einem Objekt, in Absicht auf das Augenglas, das jegliches besonders mit der ihm eigenthümlichen Farbe vorstellt, so daß das Aug durch das Fernglas eine Menge Bilder entdeckt, die nach der Refraction der Gläser in einer gewissen Ordnung liegen.

III. Und wenn man statt eines Augenglases ihrer mehrere gebraucht, so wird doch immer eben dasselbe sich eräugnen, daß das Fernglas statt eines Bildes dem Aug unzählige oder auch eine Reihe Bilder vorstellt, deren jedes das Objekt besonders, aber mit einer ihm eigenen Farbe ausdrückt.



IV. Wir wollen also die letzten Bilder betrachten, die das Fernglas dem in O liegenden Auge vorstellt; und Rr sey das rothe und Vv das violette Bild, die Bilder der andern Farben befinden sich zwischen diesen

sen beyden nach der Ordnung ihrer verschiedenen Refrangibilität. In dieser Figur habe ich die Gläser des Fernglases nicht angedeutet, weil es einzig darum zu thun ist, auf welche Weise das Aug diese Bilder siehet. Man muß nur den Abstand des Auges O von diesen Bildern als sehr groß ansehen.

V. Alle diese Bilder Rr und Vv, samt den mittlern, liegen also auf der Achse des Fernglases ORV; und sind durch eine gewisse gerade Linie rv begränzet, welche die Gränzlinie (ligne terminatrice) aller Bilder genennt wird.

VI. Wie ich diese Bilder in der Figur vorgestellt habe, so wird das rothe Bild Rr von dem Aug in O unter dem Winkel ROr gesehen, der grösser ist, als der Winkel VOv, unter welchem das violette Bild Vv gesehen wird. Also vermischen sich die violetten Stralen, die von dem Bilde Vv ins Aug dringen, mit den rothen, die von dem Theile Rn des rothen Bildes Rr kommen.

VII. Folglich kann das Aug das violette Bild nicht ohne eine Mischung von Stralen von andern Farben sehen, die aber verschiedenen Punkten des Objektes selbst entsprechen; also wird der Punkt n des rothen Bildes in dem Auge mit dem äussersten Ende v des violetten Bildes vermischt, woher eine grosse Verwirrung entstehen muß.

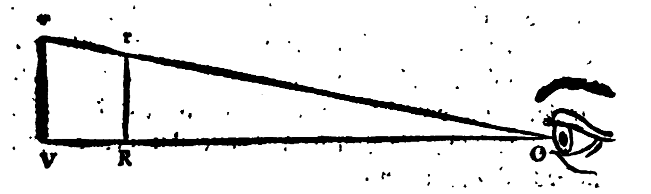
VIII. Da nun der Stral rO nicht mit andern vermischt ist, so wird sein sichtbares äusserstes Ende roth erscheinen oder auch das gesehene Bild wird mit roth umgeben scheinen, welches sich nachher allmählig mit den andern Farben vermischt, so daß das Objekt mit den Regenbogenfarben umfaßt erscheinen wird, welches ein sehr gemeiner Fehler an den Ferngläsern ist,

 dem

dem dennoch die einen minder unterworfen sind, als die andern.

IX. Wenn das grössere Bild Rr das violette und Vv das rothe wäre, so würde die Verwirrung gleichfalls unausstehlich seyn, nur mit dem Unterschiede, daß die äussersten Enden des Objektes alsdann mit violett, anstatt mit roth umfaßt erscheinen würden.

X. Die Verwirrung hängt also von der Lage der geraden Gränzlinie rv, in Absicht auf die Linie VO, ab, und von der Verschiedenheit, die dabey statt haben kann; daher kömmt es, daß die Verwirrung bald grösser, bald kleiner seyn wird.



XI. Nunmehr wollen wir den Fall betrachten, wo die letzte durch das Fernglas vorgestellte Bilder dergestalt geordnet sind, daß die gerade Gränzlinie vr, wenn sie verlängert ist, genau ins Aug fällt. Alsdenn wird das Aug durch einen einzigen Stral vrO alle äussersten Enden der Bilder sehen; und überhaupt alle Punkte, die einem gleichen Punkt des Objektes entsprechen, werden durch einen einzigen Stral ins Aug gebracht; und folglich werden sie deutlich in demselben vorgestellt seyn.

XII. Dieß ist also der Fall, wo es sich zutragen kann, daß, ungeachtet der Verschiedenheit der Bilder, das Aug den Gegenstand deutlich sieht, ohne daß verschiedene Theile davon mit einander vermischt wären,

wie

wie es in dem vorhergehenden Falle geschehen ist. Dieser vortheilhafte Fall findet also statt, wenn die verlängerte Gränzlinie vr durch den Stand des Auges O durchgeht.

XIII. Da die Ordnung der letzten Bilder Rr und Vv von der Disposition der Augengläser abhängt, so hat man, um die Ferngläser von dem Fehler zu befreyen, den man ihnen vorwirft, diese Gläser nur so anzuordnen, daß die Gränzlinie der äussersten Bilder vr durch das Aug gehe; so werden die Ferngläser, wo dieß geschieht, immer vortreflich seyn.

den 30sten März 1762.

Zweyhundert und zwanzigster Brief.

Wenn ich dasjenige zusammen nehme, was ich bisher erklärt habe, so werden Ew. Hoheit darin leicht übereinstimmen, daß es eine sehr seltene und kostbare Sache um ein solches Fernglas ist, welches in allen Fällen vortreflich und keinem Fehler unterworfen ist; weil man auf so viele Umstände Achtung geben muß, deren jeder einen sehr wesentlichen Einfluß auf die Beschaffenheit guter Ferngläser hat. Da die Anzahl der guten Eigenschaften beträchtlich ist, so wird es dienlich seyn, sie alle auf einmal Ew. Hoheit vor Augen zu legen, damit keine unserer Aufmerksamkeit entgehe.

I. Die erste Eigenschaft betrift die Vergrösserung; und je mehr ein Fernglas die Gegenstände vergrössert, desto vollkommener ist es ohne Zweifel, wenn keine andere von den guten Eigenschaften daran fehlet. Da nun die Vergrösserung nach dem Verhältniß beurtheilt wird, um wie vielmal der Durchmesser der Gegenstände grösser, als dem blossen Gesicht, erscheinet; so werden Ew. Hoheit sich erinnern, daß dieses

bey

bey Fernröhren mit zwey Gläsern so vielmal geschiehet, als die Brennweite des Objektivglases die Brennweite des Augenglases übertrift. Bey den Fernröhren mit mehrern Gläsern ist dieses Urtheil schwerer.

II. Die zwote Eigenschaft eines guten Fernglases ist die Klarheit. Ein Fernglas ist allezeit sehr fehlerhaft, wenn es die Gegenstände dunkel oder als in einem Nebel vorstellt. Um diese Schwierigkeit zu vermeiden, muß das Objektivglas eine hinreichende Oeffnung haben, deren Maaß sich nach der Vergrösserung richtet. Die Künstler haben diese Regel festgesetzt, daß, um 300mahl zu vergrössern, der Durchmesser der Oeffnung des Objektivglases drey Zoll seyn muß, und zu jeder andern Vergrösserung nach Verhältniß. Wenn nun die Gegenstände an sich selbst nicht sehr helle sind, so ist es gut, wenn man dem Objektivglas eine noch grössere Oeffnung giebt, als nach dieser Regel.

III. Die dritte Eigenschaft besteht in der Deutlichkeit und Reinigkeit der Vorstellung. Zu diesem Ende müssen die Stralen, die durch die Ränder des Objektivglases gehen, sich mit denen, die durch die Mitte gehen, vereinigen, oder die Abweichung muß wenigstens nicht merklich seyn. Wenn man sich eines einfachen Objektivglases bedienet, so muß seine Brennweite eine gewisse Grenze überschreiten, die sich nach der Vergrösserung richtet. Wenn man also 100mahl vergrössern will, so muß die Brennweite des Objektivglases zum wenigsten 30 Fuß seyn; dergestalt, daß die Deutlichkeit uns in die Nothwendigkeit versetzet, so ausserordentlich lange Ferngläser zu machen, wenn man eine starke Vergrösserung verlangt. Um nun dieser Schwierigkeit abzuhelfen, kann man sich eines

Ob-

Objektivs bedienen, das aus zweyen Gläsern zusammen gesetzt ist; und wenn es den Künstlern in ihrer Zusammensetzung gelingen sollte, so würde man im Stande seyn, die Ferngläser sehr beträchtlich zu eben derselben Vergrösserung kürzer zu machen. Bey dieser Gelegenheit werden Ew. Hoheit sich desjenigen zu erinnern die Gewogenheit haben, was ich Ihnen über diesen Artikel sehr weitläufig zu sagen die Ehre gehabt habe.

IV. Die vierte Eigenschaft betrift gleichfalls die Reinigkeit oder Sauberkeit der Vorstellung, in so fern sie von der verschiedenen Refrangibilität der Stralen von mancherley Farben gehindert wird. Ich habe gezeigt, auf welche Art dieser Schwierigkeit abgeholfen werden kann; und da es unmöglich ist, daß die Bilder, welche durch verschiedene Stralen gemacht werden, in eins vereinigt werden können, so kommt es darauf an, die Gläser auf eine gewisse Art zu ordnen, die ich in meinem vorhergehenden Briefe erklärt habe, nämlich daß die Grenzlinie der letzten Bilder durch das Auge gehe. Wenn dieses nicht geschieht, so wird das Fernglas den Fehler haben, die Gegenstände mit den Farben des Regenbogens umgeben vorzustellen; und dieser Fehler verschwindet, wenn man die Gläser auf die bestimmte Art ordnet. Zu diesem Ende nun muß man mehr als zwey Gläser anwenden, damit man sie ordnen kann, wie man soll. Bisher habe ich nur von Fernröhren gesprochen, die aus zweyen Gläsern zusammengesetzt sind, von welchen eins das Objektiv- und das andere das Augenglas ist; und Ew. Hoheit wissen, daß ihre Entfernung schon durch die Brennweite bestimmt ist, so daß man daran nichts zu ändern vermögend ist. Unterdessen geschieht es glücklicher Weise, daß die Grenzlinie,

von der ich geredt habe, beynahe durch den Ort des Auges gehet, so daß der Fehler der Farben des Regenbogens fast gar nicht merklich ist, wenn man dem vorhergehenden Fehler abgeholfen hat; insbesondere wenn die Vergrösserung nicht sehr stark ist. Aber bey sehr starken Vergrösserungen ist es gut, wenn man zwey Augengläser braucht, um die Farben des Regenbogens gänzlich wegzuschaffen; weil die kleinsten Fehler, die in diesem Fall auf gleiche Weise vergrössert werden, unausstehlich sind.

V. Die fünfte und letzte gute Eigenschaft der Ferngläser ist ein grosser Gesichtskreis, oder der Raum, den uns das Fernglas auf einmahl entdecket. Ew. Hoheit erinnern sich, daß die kleinen Taschen-Perspektive mit einem concaven Augenglase den Fehler eines allzukleinen Feldes haben, welches sie unfähig macht, viel zu vergrössern. Die andere Art, wo das Augenglas convex ist, ist diesem Fehler weniger unterworfen; aber da diese die Gegenstände umgekehrt vorstellet, so würden die Ferngläser von der ersten Art doch viel besser seyn, wenn sie uns ein grösseres Feld entdeckten. Dieses Feld hängt von der Oeffnung des Augenglases ab, und Ew. Hoheit begreifen leicht, daß man diese Oeffnung nicht nach Willkühr vergrössern kann, weil sie schon durch seine Brennweite bestimmt ist. Wenn man nun zwey, drey oder auch mehrere Augengläser anbringt, so hat man ein Mittel gefunden, den Gesichtskreis grösser zu machen; und dieses ist eine neue Ursache, die mehrere Gläser erfordert, um Ferngläser zusammen zu setzen, die in allen Fällen gut sind.

Zu diesen guten Eigenschaften könnte man noch diese hinzufügen, daß die Vorstellung nicht mehr verkehrt seyn muß, wie es bey astronomischen Ferngläsern ge-

schiehet; es ist aber leicht diesem Fehler abzuhelfen, wenn man noch zwey Augengläser hinzufügt, welches ich in dem nächstfolgenden Brief zu erklären die Ehre haben werde.

den 3ten April 1762.

Zweyhundert und ein und zwanzigster Brief.

Ich habe mich recht lange bey den aus zweyen convexen Gläsern zusammengesetzten Ferngläsern aufgehalten, welche unter dem Namen der astronomischen Sehrohre bekannt sind, weil man sich ihrer gemeiniglich zur Beobachtung der Sterne bedient.

Ew. Hoheit werden leicht begreifen, weswegen der Nutzen dieser Instrumente, so vortreflich sie auch immer seyn mögen, sich nur allein auf den Himmel einschränkt; die Ursache davon ist, weil sie die Gegenstände in einer verkehrten Lage vorstellen, welches würklich ein grosser Fehler wird, wenn man Gegenstände der Erde betrachten will, die wir lieber in ihrer natürlichen Lage sehen wollten. Nach der Erfindung dieser Art von Ferngläsern hat man bald ein Mittel gefunden, diesem Fehler abzuhelfen, wenn man, so zu sagen, eben dasselbe Fernglas verdoppelt. Denn weil zwey Gläser die Gegenstände verkehren oder ihre Bilder verkehrt vorstellen, so darf man nur eben dieselben Bilder noch durch ein solches aus zweyen Gläsern zusammengesetztes Fernglas betrachten, um sie noch einmal zu verkehren, und alsdenn wird uns diese zwote Vorstellung die Gegenstände aufrecht vorstellen. Daraus entsteht eine neue Art von Ferngläsern, die aus vier Gläsern zusammengesetzt sind, welche man Erd-Fernröhre nennt, weil sie zur Betrachtung der Gegenstände auf der Erde bestimmt sind. Hier ist ihre Zusammensetzung. Die Figur davon befindet sich auf dem besondern Blatt, Seite 306.

I. Die

I. Die vier Gläser A, B, C, D, die in der Röhre MM NN eingefaßt sind, stellen ein solches Fernrohr vor, von denen das erste A, welches gegen die Gegenstände gerichtet ist, das Objektiv, und die drey andern B, C, D, die Augengläser heissen. Alle vier Gläser sind convex, und das Auge muß an das Ende der Röhre in einer gewissen Entfernung vom letzten Augenglase D gehalten werden, wovon ich die Bestimmung in der Folge erklären werde.

II. Wir wollen die Wirkungen betrachten, die jedes Glas hervorbringen muß. Wenn der Gegenstand Oo, den man durch das Fernglas betrachtet, sich in einer sehr grossen Entfernung befindet, so wird das Objektivglas sogleich das Bild dieses Gegenstandes in Pp in der Brennweite vorstellen, deren Grösse durch die gerade Linie, welche von dem äussersten Ende o durch die Mitte des Glases A gezogen ist, bestimmet wird; diese Linie aber ist nicht in der Figur ausgedrückt, um sie nicht allzusehr mit Linien anzufüllen.

III. Das Bild Pp vertritt die Stelle des Gegenstandes, in Absicht des andern Glases B, welches man so stellet, daß der Zwischenraum BP dessen Brennweite gleich kommt; damit das zweyte Bild davon ins Unendliche fortgesetzt werde, wie in Qq, welches umgekehrt wird, wie das erste Pp, und durch die gerade Linie, welche aus der Mitte des Glases B durch die äusserste Seite p gezogen ist, begränzt wird.

IV. Der Zwischenraum dieser beyden ersten Gläser AB ist also der Summe ihrer Brennweite gleich; und wenn man das Auge hinter dem Glase B hielte, so würde man ein astronomisches Fernrohr haben, durch welches man den Gegenstand Oo in Qq und folglich

lich umgekehrt und so vielmal vergrössert sehen würde, als die Entfernung AP die Weite BP übersteiget. Aber anstatt des Auges setzet man hinter das Glas B in einiger Entfernung das dritte Glas C, in Betracht dessen das Bild Qq die Stelle des Gegenstandes vertritt, weil es würklich die Stralen dieses Bildes Qq empfängt. Wenn dasselbe sich in einer sehr grossen Entfernung befindet, so wird das Glas C das Bild davon in seiner Brennweite in Rr vorstellen.

V. Da gegenwärtig das Bild Qq verkehrt ist, so wird dieses neue Bild Rr aufrecht stehen und durch die gerade Linie begränzt seyn, welche man von dem Ende q durch die Mitte des Glases C, und also durch den Punkt r ziehen könnte. Folglich stellen die drey Gläser A, B, C zusammen den Gegenstand Oo in Rr vor, und dieses Bild Rr ist aufrecht.

VI. Man darf endlich nur das letzte Glas so stellen, daß der Zwischenraum DR seiner Brennweite gleiche, so wird dieses Glas das Bild Rr noch ins Unendliche entfernen, wie in Ss, dessen Ende s durch die gerade Linie, welche man aus der Mitte des Glases D durch das Ende r ziehen würde, begränzt seyn wird; und das Auge, das hinter diesem Glase gehalten wird, wird das Bild Ss anstatt des wahren Gegenstandes Oo würklich sehen.

VII. Hieraus ist leicht zu urtheilen, wie vielmal dieses aus vier Gläsern zusammengesetzte Fernrohr die Gegenstände vergrössern muß; man darf nur auf die zwey Paar Gläser AB und CD Achtung geben, deren jedes, einzeln genommen, ein astronomisches Fernglas seyn würde. Das erste Paar Gläser A und B vergrössert so vielmal, als die Brennweite des

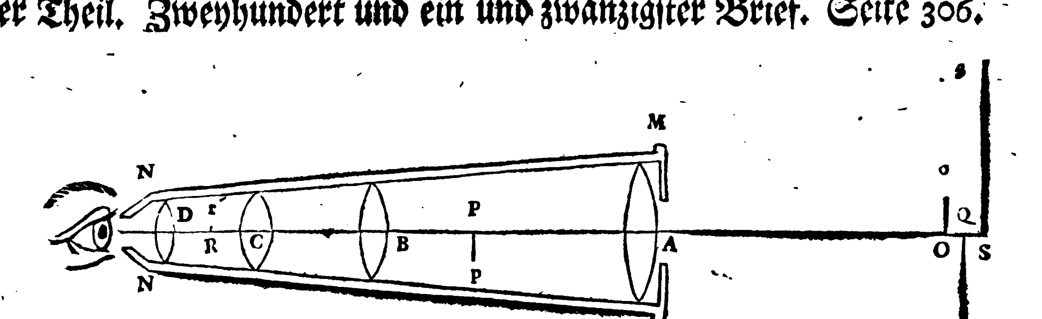
bey Fernröhren mit zwey Gläsern so vielmal geschiehet, als die Brennweite des Objektivglases die Brennweite des Augenglases übertrift. Bey den Fernröhren mit mehrern Gläsern ist dieses Urtheil schwerer.

II. Die zwote Eigenschaft eines guten Fernglases ist die Klarheit. Ein Fernglas ist allezeit sehr fehlerhaft, wenn es die Gegenstände dunkel oder als in einem Nebel vorstellt. Um diese Schwierigkeit zu vermeiden, muß das Objektivglas eine hinreichende Oeffnung haben, deren Maaß sich nach der Vergrösserung richtet. Die Künstler haben diese Regel festgesetzt, daß, um 300mahl zu vergrössern, der Durchmesser der Oeffnung des Objektivglases drey Zoll seyn muß, und zu jeder andern Vergrösserung nach Verhältniß. Wenn nun die Gegenstände an sich selbst nicht sehr helle sind, so ist es gut, wenn man dem Objektivglas eine noch grössere Oeffnung giebt, als nach dieser Regel.

III. Die dritte Eigenschaft besteht in der Deutlichkeit und Reinigkeit der Vorstellung. Zu diesem Ende müssen die Stralen, die durch die Ränder des Objektivglases gehen, sich mit denen, die durch die Mitte gehen, vereinigen, oder die Abweichung muß wenigstens nicht merklich seyn. Wenn man sich eines einfachen Objektivglases bedienet, so muß seine Brennweite eine gewisse Grenze überschreiten, die sich nach der Vergrösserung richtet. Wenn man also 100mahl vergrössern will, so muß die Brennweite des Objektivglases zum wenigsten 30 Fuß seyn; dergestalt, daß die Deutlichkeit uns in die Nothwendigkeit versetzet, so ausserordentlich lange Ferngläser zu machen, wenn man eine starke Vergrösserung verlangt. Um nun dieser Schwierigkeit abzuhelfen, kann man sich eines

Ob-

Dritter Theil. Zweyhundert und ein und zwanzigster Brief. Seite 306.



von der ich geredt habe, beynahe durch den Ort des Auges gehet, so daß der Fehler der Farben des Regenbogens fast gar nicht merklich ist, wenn man dem vorhergehenden Fehler abgeholfen hat; insbesondere wenn die Vergrösserung nicht sehr stark ist. Aber bey sehr starken Vergrösserungen ist es gut, wenn man zwey Augengläser braucht, um die Farben des Regenbogens gänzlich wegzuschaffen; weil die kleinsten Fehler, die in diesem Fall auf gleiche Weise vergrössert werden, unausstehlich sind.

V. Die fünfte und letzte gute Eigenschaft der Ferngläser ist ein grosser Gesichtskreis, oder der Raum, den uns das Fernglas auf einmahl entdecket. Ew. Hoheit erinnern sich, daß die kleinen Taschen-Perspektive mit einem concaven Augenglase den Fehler eines allzukleinen Feldes haben, welches sie unfähig macht, viel zu vergrössern. Die andere Art, wo das Augenglas convex ist, ist diesem Fehler weniger unterworfen; aber da diese die Gegenstände umgekehrt vorstellet, so würden die Ferngläser von der ersten Art doch viel besser seyn, wenn sie uns ein grösseres Feld entdeckten. Dieses Feld hängt von der Oeffnung des Augenglases ab, und Ew. Hoheit begreifen leicht, daß man diese Oeffnung nicht nach Willkühr vergrössern kann, weil sie schon durch seine Brennweite bestimmt ist. Wenn man nun zwey, drey oder auch mehrere Augengläser anbringt, so hat man ein Mittel gefunden, den Gesichtskreis grösser zu machen; und dieses ist eine neue Ursache, die mehrere Gläser erfordert, um Ferngläser zusammen zu setzen, die in allen Fällen gut sind.

Zu diesen guten Eigenschaften könnte man noch diese hinzufügen, daß die Vorstellung nicht mehr verkehrt seyn muß, wie es bey astronomischen Ferngläsern ge-

Zweyhundert und zwey und zwanzigster Brief.

Ew. Hoheit haben gesehen, wie, wenn man zu einem astronomischen Fernrohr noch zwey erhabene Gläser hinzufügt, daraus ein Erd-Fernrohr entsteht, welches uns die Gegenstände aufrecht vorstellet. Nun sind diese vier Gläser, aus welchen ein Erd-Fernrohr zusammengesetzt ist, verschiedener Stellungen fähig, sowol in Absicht ihrer Entfernungen, als ihrer Brennpunkte. Ich will die wesentlichsten erklären. Die Figur steht Seite 310.

I. In Betracht ihrer Entfernungen habe ich schon bemerkt, daß die Weite der beyden ersten Gläser AB die Summe der Brennweiten ist, eben so, wie die Weite der beyden letzten Gläser CD, weil ein jedes Paar als ein einfaches Fernglas, das aus zweyen converen Gläsern zusammengesetzt ist, betrachtet werden kann. Aber welches soll die Weite zwischen beyden Gläsern in der Mitte BC seyn? Sollte sie wohl unserm Gutdünken überlassen seyn? Zum wenigsten ist so viel gewiß, daß die Vergrösserung immer dieselbe bleibt, man nehme die Weite groß oder klein, weil die zwey Paare immer nicht weiter als doppelt vergrössern, oder noch einmal so viel als jedes einzelne Paar vergrössert.

II. Denn man wird, um nur die Erfahrung allein zu Rathe zu ziehen, bald wahrnehmen, daß, wenn man die beyden Mittelgläser sehr nahe zusammensetzt, der Gesichtskreis fast gänzlich verschwindet, und daß eben dieses erfolgt, wenn man sie sehr weit aus einander setzt; denn wenn man in beyden Fällen das Fernglas gegen irgend einen Gegenstand kehrt, so entdeckt man nur einen sehr kleinen Theil davon.

III. Aus dieser Ursache bedienen sich die Künstler folgenden Mittels: sie nähern oder entfernen das letzte

Paar Gläser vom ersten so lange, bis sie das größte Feld gefunden haben, und dann befestigen sie die Gläser darnach. Nun haben sie bey dieser Stellung, als der besten, bemerkt, daß die Weite der Mittelgläser BC immer grösser ist, als die Summe der Brennweiten dieser beyden Gläser B und C.

IV. Ew. Hoheit werden leicht einsehen, daß diese Entfernung nicht von einem bloßen ungefähren Zufall abhängt, sondern daß sie von der Theorie bestimmet wird, und dieses weit genauer, als aus der bloßen Erfahrung. Es ist die Pflicht eines Naturkündigers, die Ursachen aller Erscheinungen aufzusuchen, welche die Erfahrung uns entdeckt. Ich will also die wahren Grundsätze erklären, die uns die vortheilhafteste Entfernung BC zwischen den beyden Mittelgläsern angiebt. Man sehe Fig. 2. Seite 310.

V. Weil alle Stralen auf das Auge zugeführt werden müssen, so wollen wir den Weg des Strals betrachten, der aus dem Ende o des sichtbaren Gegenstandes kommt, und durch die Mitte A des Objektivglases gehet; denn wenn dieser Stral nicht ins Auge gebracht wird, so wird das äußerste Ende o nicht sichtbar seyn. Nun leidet dieser Stral keine Brechung im Objektivglase, weil er durch dessen Mitte A gehet; er wird folglich seinen Weg in gerader Linie bis an das zweyte Glas fortsetzen, wo er auf dessen Spitze b fällt, weil dieses der äußerste Stral ist, der durch die Gläser gehet.

VI. Dieser Stral, der durch das zweyte Glas gebrochen wird, verändert seinen Weg, so daß er irgendwo in n auf die Achse der Gläser fällt; er würde in den Brennpunkt dieses Glases fallen, wenn er vorher mit der Achse parallel gewesen wäre; aber weil

weil er vom Punkt A ausgehet, so wird seine Vereinigung mit der Achse in n entfernter vom Glase B seyn, als seine Brennweite ist.

VII. Jetzt muß man das dritte Glas C so stellen, daß der Stral, wenn er durch die Achse in n gegangen ist, auf das Glas C genau auf seine Spitze c falle; woraus man sieht, daß je grösser die Oeffnung dieses Glases C ist, je weiter man es vom Glase B zurückschieben müsse, damit die Entfernung B C desto grösser werde; aber von der andern Seite muß man sich wohl in Acht nehmen, daß man das Glas C nicht zu weit hinaus entferne, weil alsdenn ihm der Stral entwischen und nicht mehr durch dieses Glas fallen würde; dieser Umstand bestimmet also die rechte Weite zwischen den beyden Mittelgläsern B C, die mit der Erfahrung übereinkommt.

VIII. Das dritte Glas C wird eine neue Brechung in unserm Stral verursachen, welche ihn genau auf die Spitze d des letzten Augenglases D führen wird; und da dieses kleiner ist als das dritte C, so wird die Linie cd sich ein wenig gegen die Achse neigen, und wird also im letzten Glas eine solche Brechung leiden, daß er davon mit der Achse, auf eine kleinere Weite als sein Brennpunkt ist, vereinigt wird: und dieses ist genau der Ort, wo man das Auge hinhalten muß, sowol um alle Stralen, die durch die Gläser gehen, zu erhalten, als auch um daselbst das größte Feld zu entdecken.

IX. Durch dieses Mittel ist man im Stande, sich ein Feld zu verschaffen, dessen Durchmesser fast zweymal grösser ist, als das Feld in den astronomischen Fernröhren, wenn diese gleich eben so vergrössern. Man erhält also durch diese Fernröhren mit vier Gläsern ausser dem Vortheile, daß die Gegenstände aufrecht

vorgestellt werden, auch noch diesen, daß das Feld grösser wird, welcher sehr wichtig ist.

X. Endlich ist es möglich, eine solche Stellung dieser vier Gläser zu treffen, daß, ohne den Vortheilen, von welchen ich eben geredet habe, einen Abbruch zu thun, die Farben des Regenbogens gänzlich verschwinden, und daß die Gegenstände daselbst mit der größten Sauberkeit vorgestellt werden. Aber wenig Künstler sind fähig, diese Stufe der Vollkommenheit zu erreichen.

den 10ten April 1762.

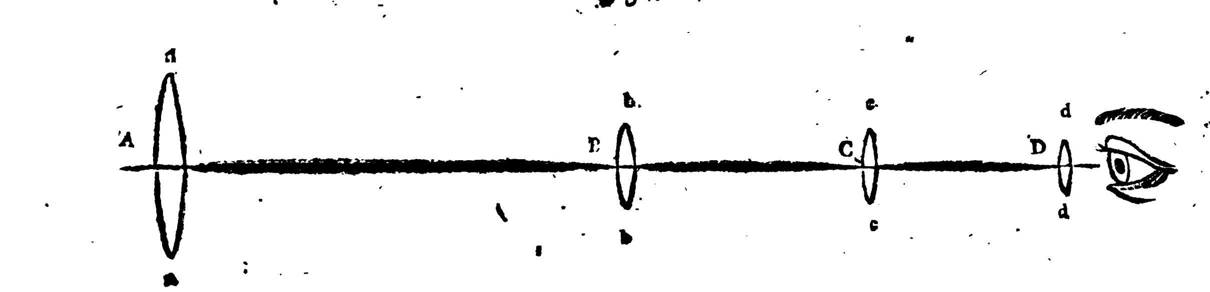
Zweyhundert und drey und zwanzigster Brief.

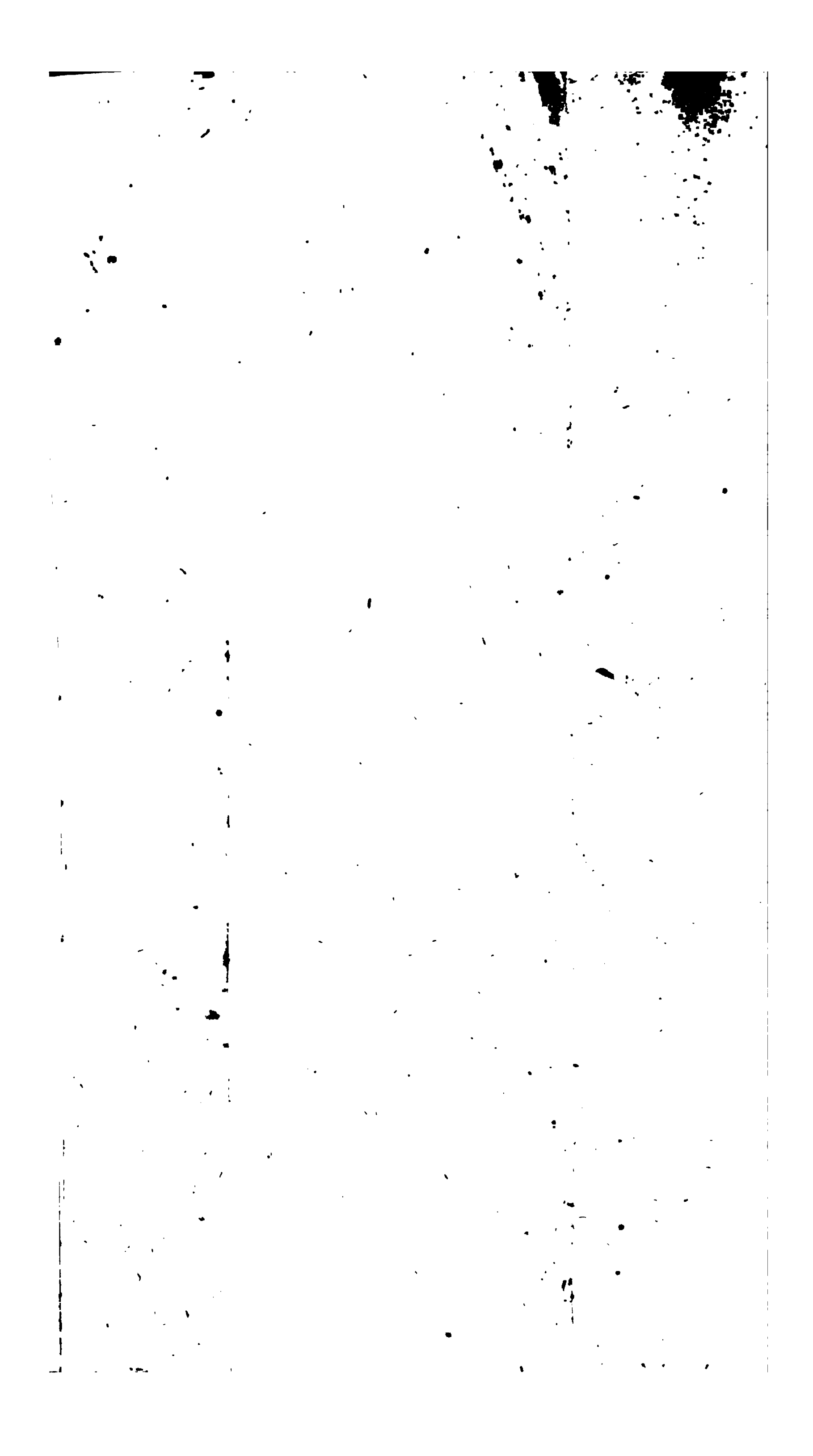
Nach diesen Untersuchungen über die Zusammensetzung der Ferngläser, muß ich Ew. Hoheit von einigen sehr nothwendigen Vorsichtigkeiten Bericht abstatten, welche, ob sie gleich weder die Gläser selbst, noch ihre Stellung betreffen, doch von grosser Wichtigkeit sind, so daß, wenn man sie nicht recht sorgfältig beobachtet, das beste Fernrohr gänzlich unnütz wird. Es ist nicht genug, daß man die Gläser so ordnet, daß alle Stralen, die da hinein fallen, durch diese Gläser in das Auge kommen; sondern man muß über das auch verhindern, daß fremde Stralen nicht auch durch das Fernrohr fallen, damit sie die Vorstellung nicht verwirren. Zu diesem Ende muß man folgende Maßregeln nehmen.

I. Die Gläser, aus welchen ein Fernglas zusammengesetzt ist, müssen zuerst in eine Röhre gefaßt werden, damit keine andere Stralen, als diejenigen, welche durch das Objectivglas fallen, in die andere Gläser kommen können. Zu diesem Ende muß die Röhre allenthalben wohl zugemacht seyn, damit kein Licht durch einen Spalt hineinkommen könne. Wenn durch irgend einen Zufall die Röhren ein Loch bekämen,

Dritter Theil. Zweyhundert und zwey und zwanzigster Brief. Seite 310.

Figur 1.





men; so würde das da hineinfallende fremde Licht die Vorstellung der Gegenstände vertilgen.

II. Es ist auch von grosser Wichtigkeit, daß das Innere der Röhre gut schwarz gemacht sey, ja selbst eine recht dunkele Schwärze habe, weil man weiß, daß die schwarze Farbe keine Stralen zurückwirft, das Licht, das darauf fället, mag so stark seyn, als es will. Ew. Hoheit werden auch schon bemerkt haben, daß die Röhren inwendig geschwärzt sind. Eine einzige Betrachtung wird die Nothwendigkeit davon zeigen. Die Figur befindet sich Seite 312.

III. Das Objektivglas läßt nicht allein die Stralen der Gegenstände durch, welche das Fernrohr uns vorstellet, sondern auch die von den Seiten rund herum in grossem Ueberfluß da hineinfallen; ein solcher ist der Stral ha, der auf die Seite der Röhre in i hineinfällt; wenn nun die Röhre inwendig weiß wäre, oder auch eine andere Farbe hätte, so würde sie davon erleuchtet werden, und würde aus sich selbst andere Lichtstralen hervorbringen, die gleichfalls durch die andere Gläser gehen und das Sehen verwirren würden, indem sie sich mit den eigenen Stralen der Gegenstände vermischeten.

IV. Aber wenn das Inwendige der Röhre mit einem recht dunkeln Schwarz angestrichen ist, so entstehen darin keine neue Stralen, so hell es auch darin seyn könnte. Diese Schwärze ist durch die ganze Röhre nothwendig, weil kein Schwarz so dunkel ist, das nicht irgend ein schwaches Licht hervorbringen sollte, wenn es erleuchtet wird; wenn also einige fremde Stralen durch das zweyte Glas B gehen sollten, so würde doch die dunkle Schwärze des folgenden Theils der Röhre sie leicht gänzlich verschlucken. Man hat

auch ein glänzendes Schwarz, vor dessen Gebrauch man sich daher sehr in Acht nehmen muß.

V. Aber gemeiniglich ist diese Vorsicht noch nicht hinreichend, man muß auch noch das Inwendige der Röhre mit einer oder zwoen Blendungen versehen, wo eine kleine Oeffnung hineingestochen wird, um das falsche Licht desto besser abzuhalten; aber man muß sich wohl in Acht nehmen, daß diese Blendungen keine Stralen der Gegenstände, welche uns das Fernglas vorstellen soll, abhalten. Man sehe die nebenstehende zwote Figur.

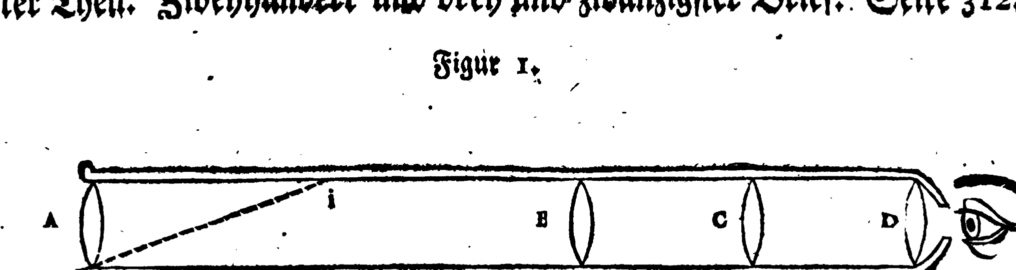
VI. Man muß sehen, wo die eigene Stralen der Gegenstände sich in der Röhre am engsten beysammen befinden; dieses geschieht nun in dem Orte, wo die Bilder in der Röhre vorgestellt werden, weil daselbst alle Stralen vereiniget sind. Nun stellt das Glas A das Bild in seinem Brennpunkt in M vor; man hat also nur die Grösse dieses Bildes zu beurtheilen und eine Blendung da vorzulegen, deren Oeffnung m m ihm gleiche, oder etwas grösser sey. Denn wenn das Loch kleiner wäre als das Bild, so würde man etwas von dem Gesichtskreise verlieren, welches ein grosser Fehler wäre.

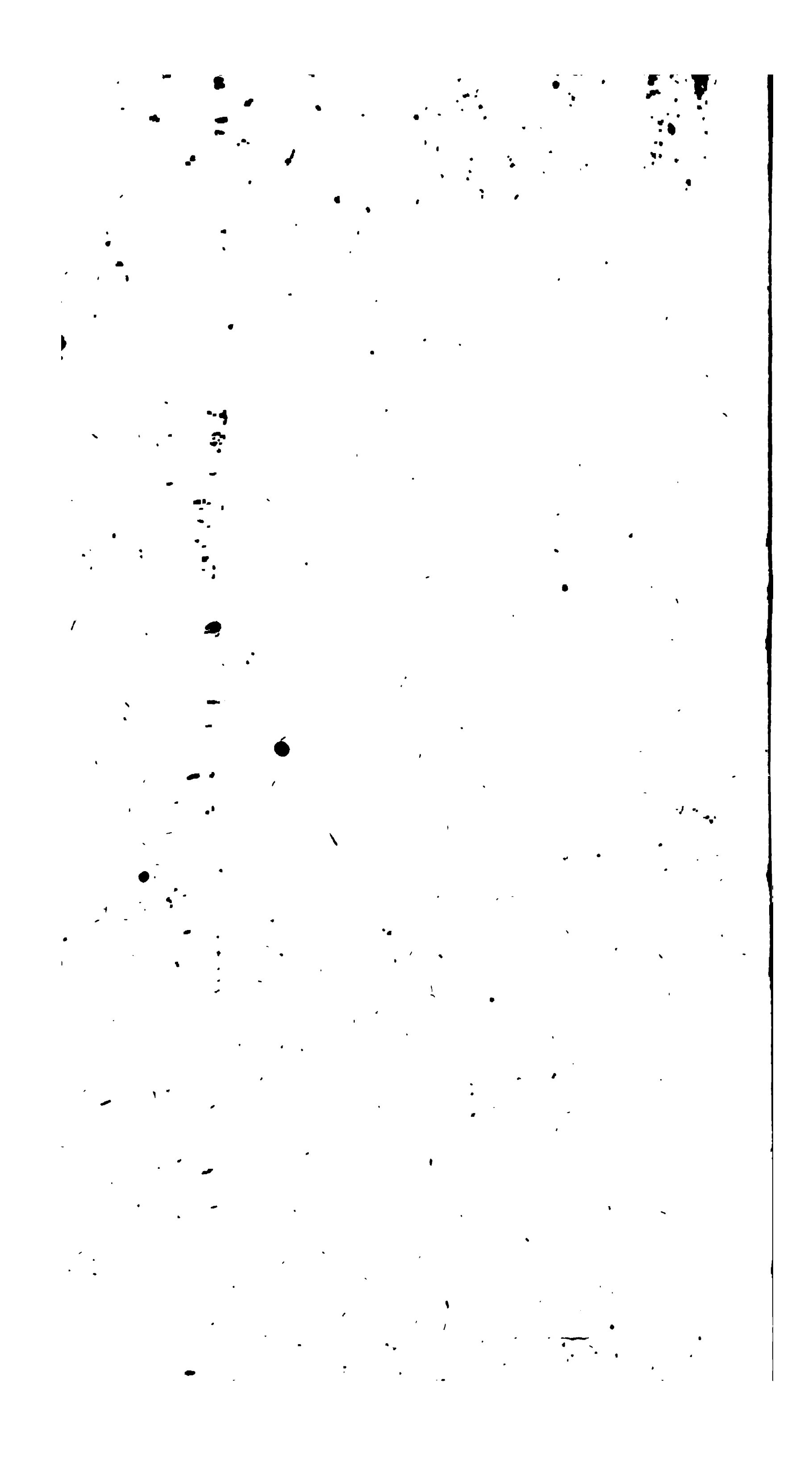
VII. Das ist es also, was bey der Blendung der astronomischen Fernröhren, welche aus zweyen convexen Gläsern zusammengesetzt sind, zu beobachten wäre. In den Erdfernröhren werden zwey Bilder in der Röhre vorgestellet. Ausser dem ersten in M, welches durch das Objektivglas in seinem Brennpunkt vorgestellt wird, und welches das zweyte Glas B ins Unendliche fortbringet, stellet das dritte Glas C noch ein Bild in seinem Brennpunkte N vor, welches aufrecht stehet, da jenes verkehrt ist. Man muß also

in

Dritter Theil. Zweyhundert und drey und zwanzigster Brief. Seite 312.

Figur 1.





in N noch eine neue Blendung anbringen, durch welche ein Loch nn, von der Grösse des Bildes, das sich da befindet, gestochen werden muß.

VIII. Diese Blendungen bringen mit der Schwärze im Inwendigen der Röhre auch eine sehr gute Wirkung auf die Reinigkeit der Erscheinung hervor. Unterdessen muß man wohl beobachten, daß je grösser das Feld ist, welches die Fernröhre zeigt, je weniger man auf die Blendungen zu sehen habe; weil alsdenn die Bilder grösser und die Oeffnungen der Blendungen so groß werden müssen, daß sie die falschen Strälen nicht mehr abhalten können. Aber alsdenn muß man desto sorgfältiger das Inwendige der Röhre wohl schwärzen, und sie weiter machen; welches die widrige Wirkung, von der ich eben geredet, sehr verringert.

den 13ten April 1762.

Zweyhundert und vier und zwanzigster Brief.

Ew. Hoheit werden sich ohne Zweifel mit Vergnügen von der trockenen Theorie der Ferngläser befreyt sehen, welche fast keine andere Annehmlichkeit hat als diese, daß sie zu grossen Entdeckungen führet, die man durch dieselben gemacht hat.

Wie bewundernswürdig ist es nicht, die entfernteste Gegenstände eben so gut zu sehen, als wenn sie hundert und mehreremahl näher wären, insbesondere, wenn es unmöglich ist, ihnen näher zu kommen, wie bey den Himmelskörpern; und Ew. Hoheit werden gewiß zugeben, daß man, vermittelst der Ferngläser, bewundernswerthe Sachen an den Sternen entdecken könne.

Wenn man den Mond hundertmahl näher betrachtet, als er sich würklich befindet, so wird man besondere Ungleichheiten an demselben bemerken, als Thäler und hervorragende Höhen, die durch ihre Regelmäßigkeit vielmehr mit Fleiß gemachte Arbeiten, als Berge, zu seyn scheinen. Daraus nimmt man einen starken Grund, um zu beweisen, daß der Mond von vernünftigen Geschöpfen bewohnet sey, obgleich die Betrachtung der Allmacht des Schöpfers, mit der höchsten Weisheit und Güte verbunden, uns alleine schon überzeugende Gründe davon darreichet.

Auf eben dieselbe Art hat man die wichtigsten Entdeckungen an den Planeten gemacht, welche uns mit bloßem Gesichte nur als leuchtende Punkte vorkommen; die aber, durch gute Ferngläser betrachtet, dem Monde gleichen, ja selbst noch grösser erscheinen.

Was die Fixsterne betrift, werden Ew. Hoheit sich nicht wenig wundern, wenn ich die Ehre haben werde, Ihnen zu versichern, daß selbst durch die besten Ferngläser, welche mehr als 200mahl vergrössern, diese Sterne uns dennoch nur als Punkte, ja selbst noch kleiner als mit bloßem Gesichte vorkommen; worüber man sich um so mehr wundern muß, weil es doch gewiß ist, daß das Fernglas sie uns so vorstellet, als wir sie sehen würden, wenn wir ihnen 200mahl näher wären. Sollte man nicht daraus schließen, daß die Ferngläser ihre Eigenschaft bey den Fixsternen verlören? Aber dieser Gedanke verschwindet, sobald man annimmt, daß die Ferngläser uns Millionen von kleinen Sternen entdekken, welche ohne sie unsern Augen gänzlich verborgen bleiben würden; auch sehen wir die Zwischenräume, die sich zwischen ungleich grössern Sternen befinden; und zween Sterne, die nach dem bloßen Gesicht sich zu berühren scheinen, dürfen nur durch Ferngläser betrachtet wer-

werden, um einen beträchtlichen Raum zwischen ihnen zu bemerken, welches alleine die Wirkung der Ferngläser hinlänglich beweiset.

Welches ist denn aber die Ursache, daß die Fixsterne, wenn man sie auf eine solche Art betrachtet, uns sogar noch kleiner, als mit blossen Augen, scheinen? Auf diese Frage zu antworten, bemerke ich sogleich, daß, wenn die Fixsterne uns mit bloßem Gesichte grösser scheinen, als sie es sollten, dieses von einem falschen Licht herkommt, welches aus ihrem Schein entsteht und sich darein mischet. In der That, wenn die Stralen eines Sterns das Bild davon in dem Grunde des Auges auf dem Netze mahlen, so werden unsere Nerven nur in einem Punkte davon gerühret, aber durch den Schein des Lichts werden die nebenan liegende Nerven auch davon erschüttert, und bringen eben dieselbe Empfindung hervor, die man haben würde, wenn das Bild des Gegenstandes, der auf dem Netz abgebildet ist, viel grösser wäre. Es gehet uns eben so, wenn wir ein sehr entferntes Licht in der Nacht sehen. Es scheinet uns gleichfalls viel grösser, ja selbst grösser als wenn wir es in der Nähe sehen: diese Vergrösserung wird nur durch einen falschen Schimmer verursachet. Je mehr nun ein Fernglas vergrössert, desto mehr muß sich dieser Zufall verringern, sowol weil die Stralen einige Schwächung leiden, als weil das wahre Bild auf dem Grunde des Auges grösser wird, dergestalt, daß es nicht mehr ein einziger Punkt ist, der die ganze Kraft der Stralen aushält. Folglich, so klein uns die Sterne durch ein Fernglas vorkommen, so kann man doch kühnlich behaupten, daß sie uns mit bloßem Gesichte noch kleiner erscheinen würden, wenn das zufällige falsche Licht nicht da wäre, welches um eben so viel oder wohl mehr als das Fernglas vergrössert.

Dar-

Daraus folgt, daß, weil die Fixsterne nur als Punkte erscheinen, ohnerachtet sie 200mahl vergrössert sind, ihre Entfernung überaus groß seyn müsse. Es wird Ew. Hoheit sehr leicht begreiflich seyn, wie man diese Entfernung beurtheilen könne. Der Durchmesser der Sonne erscheinet uns unter einem Winkel von 32 Minuten: folglich wenn die Sonne 32mahl weiter entfernt wäre, so würde sie unter einem Winkel von einer Minute und also viel grösser erscheinen, als ein Stern, den man durch ein Fernglas betrachtet, und dessen Durchmesser nicht über zwo Sekunden oder den 30sten Theil einer Minute, gehet. Die Sonne müßte also noch 30mahl mehr, das ist, 960mahl weiter seyn, ehe sie uns nicht grösser, als ein durch Ferngläser betrachteter Stern, vorkäme. Nun sind die Sterne 200mahl weiter von uns entfernt, als das Fernglas sie uns vorstellet, und folglich müßte die Sonne 200mahl 960, d. i. 192000mahl entfernter seyn, als sie ist, ehe sie uns nicht grösser als ein Fixstern erschiene. Wenn also die Fixsterne eben so grosse Körper als die Sonne wären, so müßte ihre Entfernung 192000mahl grösser seyn als die Entfernung der Sonne; wenn sie noch grösser wären, so müßte ihr Abstand noch um so vielmahl grösser seyn, und wenn man sie auch selbst vielmahl kleiner annähme, so müßte doch ihr Abstand über 1000mahl grösser seyn als die Entfernung der Sonne. Die Entfernung der Sonne aber ist ohngefähr 15,000,000 deutsche Meilen.

Ew. Hoheit werden ohne Zweifel diese erstaunliche Entfernung der Fixsterne und den ganzen Umfang der Welt nicht ohne die größte Verwunderung begreifen können. Wie groß muß nicht die Macht desjenigen seyn, der diese Unermeßlichkeit erschaffen hat und der ein unumschränkter Herr davon ist! Lassen Sie uns Ihn mit der tiefsten Unterwerfung anbeten!

den 17ten April 1762.

Zwey-

Zweyhundert und fünf und zwanzigster Brief.

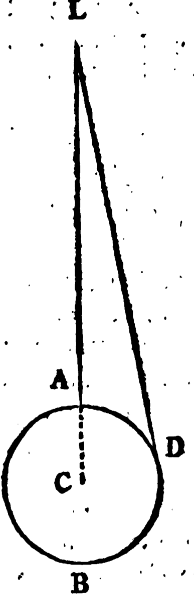
Ew. Hoheit werden ohne Zweifel schon die Bemerkung gemacht haben, daß der Mond, wenn er auf- oder untergeht, uns viel grösser scheinet, als wenn er mitten am Himmel stehet: und jederman giebt dieses Phänomen zu. Man macht eben diese Bemerkung in Absicht der Sonne. Diese Erscheinung hat den Philosophen jederzeit viel zu schaffen gemacht; und auf welche Art man sie auch betrachtet, so findet man doch unüberwindliche Schwierigkeiten.

Es würde ohne Zweifel lächerlich seyn, wenn man daraus schließen wollte, daß der Mondkörper würklich grösser wäre, wenn er am Horizont stehet, als wenn er höher aufgegangen ist. Denn ausserdem, daß ein solcher Gedanke an sich selbst ungereimt seyn würde, so muß man bedenken, daß, wenn der Mond am Horizont stehet, er andern Erdbewohnern höher, und also auch kleiner, erscheinet. Es ist also völlig unmöglich, daß eben derselbe Körper zu einer und derselben Zeit grösser und auch kleiner seyn könne.

Fast eben so lächerlich würde die Art, dieses Phänomen zu erklären, seyn, wenn man voraussetzen wollte, daß der Mond uns alsdenn näher wäre, wenn er uns am Horizont erscheinet, als wenn er mehr aufgegangen ist, weil es gewiß ist, daß uns ein Körper um desto grösser vorkommt, je näher er uns ist; und Ew. Hoheit wissen, daß ein Körper uns desto kleiner scheinet, je weiter er von uns ist. Gerad aus dieser Ursache kommen uns die Sterne so ausserordentlich klein vor, ohnerachtet ihre wahre Grösse erstaunlich ist.

So wahrscheinlich aber auch dieser Gedanke scheinet, so kann er doch nicht statt haben. Es ist vielmehr gewiß, daß der Mond uns selbst ein wenig entferneter ist, wenn

wenn er auf- oder untergehet, als wenn er höher aufgegangen ist. Hier ist der Beweis davon:



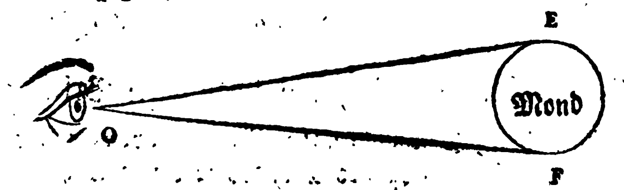
Es sey der Zirkel ABD die Erde, und der Mond stehe in L. Dieses vorausgesetzt wird ein Bewohner von A den Mond in seinem Scheitelpunkt, oder am höchsten Punkt des Himmels sehen. Ein anderer Bewohner von D, wo die Linie DL die Oberfläche der Erde berühret, wird den Mond zu eben der Zeit in seinem Horizont sehen; so daß der Mond zu gleicher Zeit dem Zuschauer A in seinem Scheitelpunkt und dem andern Zuschauer D in seinem Horizont erscheinet. Es ist aber offenbar, daß der letzte Abstand DL grösser ist, als der erste AL, und folglich ist der Mond von denen, die ihn am Horizont sehen, entfernter, als von denen, die ihn nahe bey ihrem Scheitelpunkt sehen. Daraus

folgt

folgt offenbar, daß der Mond uns kleiner vorkommen müßte, wenn er am Horizont stehet, weil er alsdenn in der That entfernter von uns ist, als wenn er hoch aufgegangen ist. Man muß sich also um desto mehr wundern, weil wir vollkommen das Gegentheil bemerken, und weil uns der Mond selbst alsdenn viel grösser vorkommt, wenn er nahe am Horizont ist, als wenn er mitten am Himmel stehet.

Je tiefer man also dieses Phänomen ergründet, desto sonderbarer findet man es, und desto mehr verdient es unsere Aufmerksamkeit: weil es gewiß ist, daß uns der Mond am Horizont kleiner vorkommen sollte, indem er alsdenn wirklich entfernter ist, und die ganze Welt einmüthig behauptet, daß der Mond alsdenn beträchtlich grösser scheinet. Dieser Widerspruch fällt in die Augen, und scheint sogar alle festgesetzten Grundsätze der Optik umzuwerfen, die doch nichts desto weniger eben so gut bewiesen sind als die geometrischen.

Ich glaube, die Verwirrung, in der wir uns hierüber befinden, in ihr ganzes Licht gesetzt zu haben, um Ew. Hoheit die Wichtigkeit der wahren Auflösung dieser grossen Schwierigkeit desto begreiflicher zu machen. Ohne mich in die Untersuchung dieser allgemeinen Meynung aller Menschen über die ungeheure Grösse des Mondes am Horizont einzulassen, will ich bey der vornehmsten Frage stehen bleiben: ob es auch wahr ist, daß der Mond, wenn er dem Horizont nahe ist, uns würklich grösser vorkommt?



Ew.

Ew. Hoheit wissen, daß man sehr gewisse Mittel hat, die Durchmesser der Himmelskörper genau zu messen, wenn man die Zahl der Grade und Minuten aufzeichnet, die sie an dem Himmel einnehmen: oder, welches auf eins herauskommt, wenn man den Winkel EOF misset, welchen die Linien EO und FO, die von beyden gegenüberstehenden Enden des Mondes gezogen sind, dem Auge des Zuschauers O machen; und dieser Winkel EOF heißt der scheinbare Durchmesser des Mondes. Man hat auch Instrumente, mit welchen man diesen Winkel genau abnehmen kann; und wenn man sich derselben bedienet, um den Durchmesser des Mondes, wenn er aufgehet, und wenn er sich hoch am Himmel befindet, auszumessen, so findet man würklich seinen Durchmesser in dem erstern Fall ein wenig kleiner als im andern, vollkommen so, wie es die Ungleichheit der Entfernungen erfordert. Hierüber kann man keinen Zweifel haben; aber dadurch vergrössert sich vielmehr unsere Schwierigkeit, anstatt verringert zu werden; und man wird alsdenn mit desto grösserer Begierde fragen, warum denn die ganze Welt den Mond beym Auf- und Untergang für grösser hält, ohnerachtet sein scheinbarer Durchmesser alsdenn würklich kleiner ist? und welches denn die Ursache dieser allgemeinen Verblendung sey, welcher alle Menschen, keinen ausgenommen, unterworfen sind? Der Sternkundige, welcher vollkommen weiß, daß der scheinbare Durchmesser des Mondes alsdenn kleiner ist, wird eben sowol, als der unwissendste Bauer, davon hintergangen.

den 20sten April 1762.

Zweyhundert und sechs und zwanzigster Brief.

Ew. Hoheit sollten wohl nicht geglaubt haben, daß die blosse Erscheinung des Mondes so vielen Schwierig-

nigkeiten unterworfen wäre; aber ich hoffe, sie alle durch folgende Betrachtungen zu heben.

I. Es ist nichts sonderbares, daß unser Urtheil über die Grösse der Gegenstände nicht mit dem Sehwinkel, unter welchem wir sie wahrnehmen, übereinstimmet; die tägliche Erfahrung giebt uns Proben genug davon. Z. E. eine Katze, die zunächst vor mir stehet, stellet sich unter einem grössern Winkel vor, als ein Ochse in der Entfernung von 100 Schritten. Indessen werde ich mir doch nicht einfallen lassen, die Katze für grösser, als den Ochsen, zu halten; und Ew. Hoheit werden sich erinnern, daß unser Urtheil über die Grösse der Dinge immer mit dem Urtheil über die Entfernung genau verbunden sey, so daß, wenn wir in der Meynung von der Entfernung irren, unser Urtheil über die Grösse nothwendig auch falsch wird.

II. Ich will dieses noch besser aufklären. Es geschiehet bisweilen, daß eine Fliege vor unsern Augen schnell vorbeyfliegt, ohne daß wir daran denken, wenn unsere Augen auf entfernte Gegenstände gerichtet sind. Wir stellen uns gleich vor, daß die Fliege sehr weit von uns entfernt sey, und weil sie uns unter einem ziemlich beträchtlichen Winkel erscheinet, so halten wir sie den Augenblick für einen Adler oder andern grossen Vogel, der uns in der Entfernung unter eben dem Winkel erscheinen würde. Es ist also unwidersprechlich gewiß, daß unser Urtheil von der Grösse der Gegenstände sich nicht nach dem Sehwinkel, unter welchem wir selbige sehen, richtet, und daß ein sehr grosser Unterschied zwischen der scheinbaren und der muthmaßlichen oder vermeinten Grösse der Gegenstände ist: die erste richtet sich nach dem Sehwinkel, die andere aber hängt von der Entfernung ab, nach welcher wir von dem Abstand der Gegenstände urtheilen.

III. Um von dieser Anmerkung Nutzen zu ziehen, bemerke ich, daß wir nicht sagen sollten, wir sähen den Mond grösser am Horizont als in irgend einer andern beträchtlichen Höhe. Dieses ist ganz falsch, wir sehen ihn sogar etwas kleiner. Aber, um richtig zu reden, müssen wir sagen, daß wir den Mond nur für grösser halten, wenn er sich am Horizont befindet; und dieses ist im buchstäblichen Verstande nach der Uebereinstimmung aller Menschen wahr. Diese Anmerkung ist hinreichend, den oben angezeigten Widerspruch zu heben; und nichts hindert, daß der Mond bey seinem Auf- oder Untergange nicht für grösser gehalten oder geglaubt werden kann, ob er gleich unter einem kleinern Winkel gesehen wird.

IV. Es ist also nicht mehr um die Erklärung zu thun: warum wir den Mond am Horizont grösser sehen? welches ohne Zweifel unmöglich seyn würde, indem er uns würklich kleiner erscheinet, wie man dieses aus dem Maaße des Sehwinkels beweisen kann; sondern die ganze Schwierigkeit schränkt sich gegenwärtig auf diese Frage ein: warum wir den Mond alsdenn für grösser halten? Die Ursache dieser wunderbaren Schätzung soll nun angegeben werden. Eigentlich ist sie nicht wunderbar, weil wir tausend Fälle wissen, wo wir die Gegenstände für sehr groß halten, ohnerachtet wir sie unter sehr kleinen Winkeln sehen.

V. Es ist nun nicht mehr schwer, auf die Frage zu antworten. Wir dürfen nur sagen, daß wir den Mond für entfernter von uns halten, wenn er auf- oder untergehet, als wenn er auf eine gewisse Höhe gekommen ist. Sobald man über diese Meynung einig wird, die Ursache davon mag auch seyn, welche sie will, so folgt daraus nothwendig, daß wir auch den Mond für desto grösser halten müssen. Denn allezeit, je entfernter

wir

wir einen Gegenstand glauben, für desto grösser halten wir ihn auch, und dieses genau nach einerley Verhältniß. Sobald ich mir vorstelle, durch welche Illusion es auch immer sey, daß die Fliege, die vor meinen Augen vorbeyfliegt, hundert Schritte von mir entfernt sey, so bin ich fast wider meinen Willen verbunden, sie für eben so vielmal grösser zu halten, als hundert Schritte die wahre Entfernung übertreffen.

VI. Wir sind also nun auf eine neue Frage gerathen: Warum halten wir den Mond für entfernter von uns, wenn er am Horizont ist? und warum ist dieser Irrthum so allgemein, daß niemand davon ausgenommen ist? Es ist eine seltsame Einbildung, sich vorzustellen, daß der Mond alsdenn viel weiter von uns sey. Wahr ist es, daß er alsdenn in der That ein wenig weiter von uns ist, wie ich in meinem vorhergehenden Brief gezeigt habe; aber der Unterschied ist doch unmerklich klein. Ueber das scheint uns die Sonne nicht weiter entfernt zu seyn, als der Mond, ob sie gleich hundertmahl weiter ist als er, und unser Auge bringet selbst die Fixsterne fast in eine gleiche Entfernung.

VII. Obgleich also der Mond, wenn er am Horizont stehet, würklich ein wenig weiter ist, so kommt doch dieser Umstand bey der gegenwärtigen Frage nicht in Betracht; und diese allgemeine Meynung, nach welcher jederman den Mond alsdenn für entfernter hält, als er es würklich ist, muß auf ganz andere Ursachen, die jederman zu verblenden fähig sind, gegründet seyn; denn weil diese Meynung ungezweifelt falsch ist, so müssen die Ursachen, die uns blenden, sehr in die Augen fallen.

VIII. Um dieses Phänomenon zu erklären, warum wir den Mond für entfernter halten, wenn wir ihn am

Horizont sehen, haben viele Philosophen behauptet, daß dieses die Ursache davon sey, weil wir alsdenn viele Gegenstände zwischen uns und dem Mond entdecken, als z. E. Städte, Dörfer, Wälder und Berge, welches, nach ihrer Meynung, die Ursache ist, daß uns der Mond alsdenn viel weiter vorkommt; anstatt dessen wir, wenn er sehr hoch stehet, keinen Körper zwischen uns und ihm bemerken, und also, sagen sie, muß er uns viel näher scheinen. Aber so sinnreich auch diese Auslegung dem ersten Anblick nach scheinet, so kann sie doch nicht zugegeben werden. Man darf nur den Mond am Horizont durch ein kleines Loch, das uns die dazwischen liegenden Gegenstände verbirgt, betrachten; so bleibt er uns dem ohnerachtet noch eben so groß. Ueber das ist es gleichfalls ungegründet, daß wir die Gegenstände, zwischen welchen wir viele andere Körper entdecken, allezeit für entfernter halten. Z. E. Ein grosser ganz leerer Saal scheint uns gewöhnlich viel grösser zu seyn, als wenn er mit Leuten angefüllt ist, der Vielheit der Gegenstände ohnerachtet, welche wir zwischen uns und den Mauern sehen.

den 24sten April 1762.

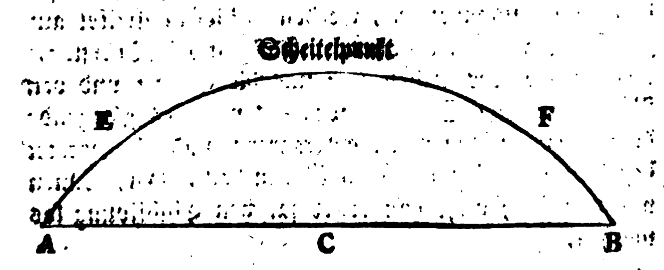
Zweyhundert und sieben und zwanzigster Brief.

Wir sind also noch weit von der Erklärung dieser allgemeinen falschen Einbildung entfernt, nach welcher alle Menschen, keinen ausgenommen, den Mond für weit grösser halten, wenn er am Horizont ist, als wenn er hoch stehet. Ich habe schon bemerkt, daß dieses Phänomen desto wunderbarer ist, weil der scheinbare Durchmesser des Monds alsdenn um etwas kleiner ist, dergestalt, daß man sagen müßte, wir sähen den Mond alsdenn nicht grösser, sondern wir hielten ihn nur dafür.

Ich

Ich habe ebenfalls bemerkt, daß unser Urtheil sehr oft von dem Sehen selbst gar verschieden ist. Wir pflegen z. E. ein Pferd, das 100 Schritte von uns entfernt ist, für grösser zu halten, als einen Hund, der nur einen Schritt weit von uns ist, ohnerachtet die scheinbare Grösse des Hundes ohne Widerspruch grösser ist als jene, oder welches auf eins herauskommt, ohnerachtet das Bild des Hundes, das auf dem Grunde unsers Auges abgebildet ist, da mehr Raum einnimmt, als das Bild des Pferdes. In diesen Fällen sieht unser Urtheil auf die Entfernung; und da wir das Pferd für viel weiter halten als den Hund, so ist das die wahre Ursache, warum wir es auch für grösser halten.

Es ist demnach sehr wahrscheinlich, daß ein ähnlicher Umstand bey der Betrachtung des Monds statt finde, warum wir ihn am Horizont für grösser halten, als wenn er hoch stehet; nur mit dem Unterschiede, daß bey dem Exempel vom Pferde das Urtheil von der Entfernung auf die Wahrheit gegründet war, aber hier offenbar falsch und eine sehr wunderliche Einbildung ist, die aber doch einen gewissen Grund haben muß, weil die ganze Welt darin übereinstimmet, und weil man sie nicht einem blossen Eigensinne zuschreiben kann.. Was das für ein Grund sey, darüber will ich Ew. Hoheit unterhalten.



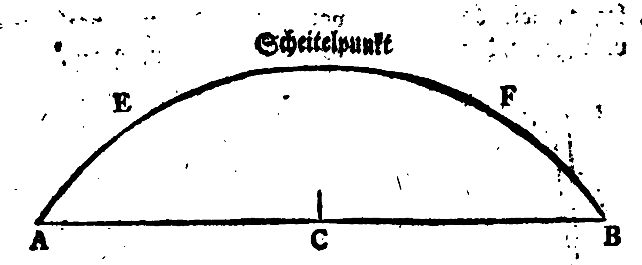
I. Zuerst stellt sich jederman den blauen Himmel als ein plattes Gewölbe vor, dessen Gipfel uns weit

 näher

näher ist, als das Ende, wo es mit dem Horizont zusammen kommt. Folglich sieht ein Mensch, der auf einer Fläche A B, die so weit als sein Gesicht reichet, stehet, das Gewölbe des Himmels, welches man gemeiniglich das Firmament nennet, unter der Figur AEFB, wo die Weiten CA und CB viel grösser sind, als die vom Scheitelpunkt bis C.

II. Diese Vorstellung ist gleichfalls unwidersprechlich eine grobe Einbildung, weil nichts über uns ist, das von einem Gewölbe eingeschränkt oder eingeschlossen wäre. Alles ist vielmehr daselbst leer, und die Grösse dieses Leeren ist unendlich, weil sie bis an die entfernteste Fixsterne gehet, deren Entfernung unsere ganze Einbildungskraft übersteiget. Verzeihen Ew. Hoheit mir dieses Wort Leere, dessen ich mich nur bediene, um es den groben irdischen Körpern entgegen zu setzen. Denn in der That nimmt unsere Atmosphäre den Raum nahe bey der Erde ein; und weiter davon ist es die viel feinere Materie, welche man den Aether nennet; mithin giebt es eigentlich kein Leeres.

III. So eingebildet unterdessen dieses Gewölb an sich selbst ist, so ist es doch sehr wesentlich in unserer Einbildungskraft, und alle Menschen, die gelehrten sowol als die unwissenden, werden in diesem Artikel auf gleiche Weise hintergangen. Fast an der Oberfläche dieses Gewölbes stellen wir uns die Sonne und den Mond mit allen Sternen vor, als wenn es glänzende daselbst eingeschlagene Nägel wären; und ohngeachtet der Kenntniß, die wir vom Gegentheil haben, können wir uns doch nicht von dieser falschen Einbildung los machen.



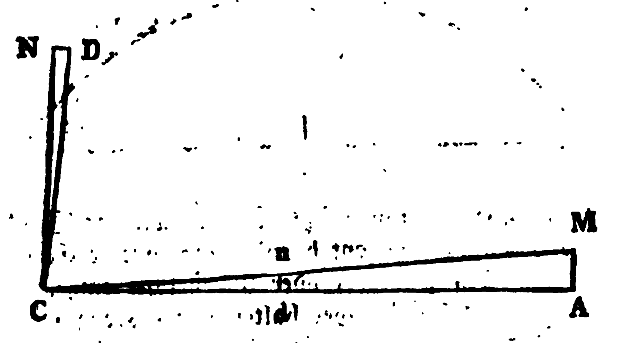
IV. Dieses vorausgesetzt, bringen wir den Mond, wenn er sich am Horizont befindet, in unserer Einbildung auf den Punkt A oder B desselben eingebildeten Gewölbes; und daher halten wir alsdenn seinen Abstand für desto grösser, je grösser wir die Linie CA oder CB als von C zum Scheitelpunkte halten. Wenn aber der Mond im Aufgehen sich dem Scheitelpunkt nähert, so glauben wir, daß er sich uns nähert; und wenn er den Scheitelpunkt erreichte, so würden wir alsdenn seinen Abstand für noch kleiner halten.

V. Dieser Irrthum über die Entfernung zieht nothwendig auch den andern über die Grösse nach sich. Weil der Mond, wenn er in A versetzt wird, uns viel weiter von C scheinet, als wenn er im Scheitelpunkt wäre; so sind wir auf einige Weise gezwungen, daraus zu schliessen, daß der Mond selbst desto grösser sey; und dieses in eben dem Verhältniß, als die Weite CA jene vom Scheitelpunkte zu übertreffen scheinet. Vielleicht werden nicht alle Menschen über dieses Verhältniß einig seyn; der eine wird sagen, daß der Mond am Horizont ihm zweymahl grösser scheine, ein anderer dreymahl, und die mehresten werden sich für die Mitte zwischen zwey und drey erklären; in der Sache selbst aber werden sie alle übereinstimmen.

VI. Bey dieser Gelegenheit wird es schicklich seyn, Ew. Hoheit den Beweis dieser Folge vor Augen zu

 legen,

legen, wie das Urtheil von der Grösse eine nothwendige Folge der Meinung von der Entfernung sey.



Wenn der Mond nahe beym Horizont ist, so sehen wir ihn unter einem gewissen Winkel, der MCA seyn mag, wenn der Zuschauer in C stehet: und wenn er hoch aufgegangen ist, so sey NCD der Winkel, unter welchem wir ihn sehen. Nun ist es sehr gewiß, daß die beyden Winkel MCA und NCD einander beynahe gleich sind, weil der Unterschied unmerklich ist.

VII. Aber im ersten Falle, da wir den Mond für viel entfernter halten, indem wir ihn an das oben beschriebene eingebildete Gewölbe versetzen, so sey die Linie CA die eingebildete Entfernung des Monds; und daraus wird folgen, daß wir den Durchmesser des Monds der Linie MA gleich halten. Aber im andern Fall scheint uns der Abstand des Monds CD viel kleiner, und folglich, weil der Winkel NCD dem Winkel MCA gleich ist, so wird die vermeinte Grösse DN auch um so viel kleiner seyn denn AM, als uns der Abstand des Mondes kleiner scheint.

VIII. Um keinen Zweifel übrig zu lassen, darf man nur die Linien Cd und Cn, den Linien CD und CN gleich abschneiden; und weil in den beyden Triangeln

C d n und C D N die Winkel in C sich gleich sind; so sind es die Triangel selbst auch, und folglich wird die Linie D N der Linie d n gleich seyn. Nun ist d n augenscheinlich kleiner als A M, und dieses um so vielmahl als die Weite C d oder C D kleiner ist als C A. Ew. Hoheit sehen also die Ursache deutlich ein, warum wir den Mond für grösser halten, wenn er am Horizont, als wenn er nahe beym Scheitelpunkt ist.

den 27sten April 1762.

Zweyhundert und acht und zwanzigster Brief.

Ew. Hoheit werden mir ohne Zweifel vorhalten, daß ich Ihnen eine falsche Einbildung durch eine andere nicht weniger wunderbare erkläret habe. Sie werden mir einwenden, daß das eingebildete platte Gewölbe des Himmels eben so unbegreiflich ist, als die scheinbare Vergrösserung des Monds und der andern Sterne am Horizont. Dieser Einwurf ist nur allzusehr gegründet, und es ist meine Schuldigkeit, Ew. Hoheit durch nachfolgende Betrachtungen die wahre Ursache zu erklären, warum der Himmel uns unter der Gestalt eines oben eingedrückten Gewölbes vorkommt.

I. Um die Ursache dieses eingebildeten Gewölbes anzugeben, muß man sagen, daß es daher komme, weil die Himmelskörper, die wir nahe am Horizont sehen, uns entfernter scheinen, als diejenigen, welche wir nahe am Scheitelpunkte sehen; und dieses ist ohne Zweifel eine förmliche petitio principii, welche die Logiker mit Recht als einen unausstehlichen Fehler in unsern Beweisen verwerfen. In der That, nachdem ich weiter oben gesagt habe, daß das eingebildete Gewölbe des Himmels die Ursache ist, welche uns den Mond am Horizont entfernter vorstellt, als wenn er nahe am Scheitelpunkt ist; so würde es jetzt lächerlich

seyn, zu sagen, daß die Ursache, warum wir uns ein solches Gewölbe vorstellen, diese sey: weil die horizontalen Gegenstände uns entfernter scheinen, als die vertikalen.

II. Es war unterdessen nicht unnütz, von diesem eingebildeten Gewölbe zu reden, ohnerachtet wir dadurch um nichts weiter gekommen sind; und wenn ich werde erklärt haben, warum die Himmelskörper uns entfernter scheinen, wenn wir sie nahe am Horizont sehen, so werden Ew. Hoheit zu gleicher Zeit die Ursache dieser doppelten allgemeinen Einbildung einsehen, deren eine die scheinbare Vergrösserung der Sterne am Horizont, und die andere das eingedrückte Gewölbe des Himmels ist.

III. Es kommt also alles darauf an, zu erklären, warum die Himmelskörper entfernter scheinen, wenn sie am Horizont stehen, als wenn sie eine beträchtliche Höhe erreicht haben. Ich sage jezt, daß die Ursache davon ist: weil diese Gegenstände uns weniger glänzend scheinen; und dieses legt mir ein doppeltes Geschäft auf, zu zeigen, warum diese Gegenstände mit wenigerm Schimmer am Horizont glänzen; und hernach zu erklären, wie dieser Umstand die Meynung von einer grössern Entfernung nothwendig nach sich ziehet. Ich hoffe, sowol das eine als das andere zu Ew. Hoheit Vergnügen vollziehen zu können.

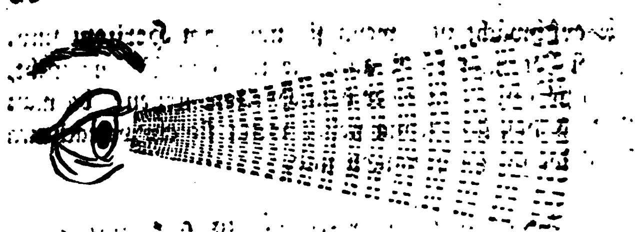
IV. Zuerst kann dieses Phänomen an sich selbst nicht in Zweifel gezogen werden. So groß auch der Sonne Glanz gegen Mittag ist, dergestalt daß niemand seine Augen dahin richten kann; so wissen Ew. Hoheit dennoch, daß man am Morgen oder Abend, wenn die Sonne auf- oder untergehet, sie ohne Gefahr, seinem Gesichte Schaden zu thun, ansehen kann; und eben dieses geschiehet bey dem Mond und allen Sternen, deren Glanz

sehr geschwächt ist, wenn sie nahe am Horizont sind. So siehet man selbst auch die kleinsten Sterne nicht, wenn sie nur etwas über dem Horizont stehen; da man sie doch deutlich genug sieht, wenn sie ein beträchtlich Theil weiter aufgegangen sind.

V. Da diese Sache klar genug ist, so kommt es nur darauf an, die Ursache dieser Schwächung des Lichts zu entdecken. Es ist deutlich genug, daß wir sie in der Beschaffenheit unseres Dunstkreises, oder der Luft, welche die Erde umgiebt, suchen müssen, in so weit als sie nicht vollkommen durchsichtig ist. Denn wenn die Luft vollkommen durchsichtig wäre, dergestalt, daß alle Stralen ohne Verringerung da durchfielen, so ist kein Zweifel, daß die Gestirne mit einerley Glanz schimmern müßten, an welchem Ort des Himmels sie sich auch befänden.

VI. Die Luft ist ausser dem, daß sie eine lange nicht so dünne und feine Materie ist, als der völlig durchsichtige Aether, auch allezeit mit fremden Theilchen angefüllet, die sich von der Erde erheben, wie alle Arten von Ausdünstungen, die ihrer Durchsichtigkeit schädlich sind; dergestalt, daß wenn ein Stral einem solchen Theilchen entgegen kommt, er davon aufgefangen und fast verschlungen wird. Und so ist auch deutlich, daß je mehr die Luft mit diesen Theilchen, die dem durchfallenden Lichte hinderlich sind, angefüllet ist, die Stralen sich auch um desto mehr darin verlieren müssen; Ew. Hoheit wissen auch, daß ein dicker Nebel die Luft fast aller ihrer Durchsichtigkeit beraubet, so daß man oft die Gegenstände nicht auf drey Schritte weit unterscheiden kann.

VII. Die



VII. Die gezeichneten Punkte in dieser Figur mögen solche in der Luft verstreute Theilchen vorstellen, deren Anzahl bald grösser bald kleiner ist, nachdem die Luft weniger oder mehr helle ist. Es ist also deutlich, daß viele Stralen, die diesen Raum durchgehen, sich verlieren müssen, und daß dieser Verlust um desto grösser seyn wird, je nachdem der Weg, den sie in dieser Luft zu gehen haben, groß ist. Daher sehen wir, daß in einem Nebel die entfernte Gegenstände unsichtbar werden, während dessen diejenigen, so dem Auge sehr nahe sind, noch bemerkt werden können: die Ursache davon ist, weil die Stralen der ersten auf ihrem Wege einer grössern Anzahl von Theilchen begegnen, welche sie aufhalten.

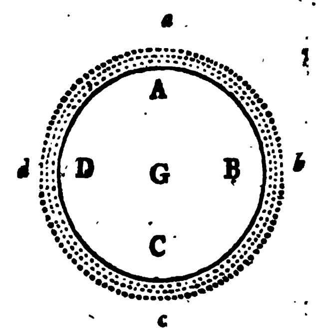
VIII. Daraus muß man folgern, daß, je länger der Weg ist, den die Stralen der Gestirne, um bis zu unsern Augen zu gelangen, in dem Dunstkreise machen müssen, ihr Verlust oder ihre Schwächung auch um desto beträchtlicher werden müsse. Ew. Hoheit werden darüber nicht den geringsten Zweifel mehr haben. Es bleibt also nur noch übrig, zu beweisen, daß die Stralen der Sterne, die wir nahe an unserm Horizont sehen, einen weit grössern Weg in unserm Dunstkreise durchzulaufen haben, als wenn sie sich näher an unserm Scheitelpunkte befinden. Dadurch werden Ew. Hoheit die wahre Ursache begreifen, weswegen die Sterne, welche nahe am Horizont bey ihrem Auf- oder Untergange befindlich sind, viel

viel weniger glänzend scheinen. Dieses wird den Inhalt meines nächsten Briefes ausmachen.

den 1sten May 1762.

Zweyhundert und neun und zwanzigster Brief.

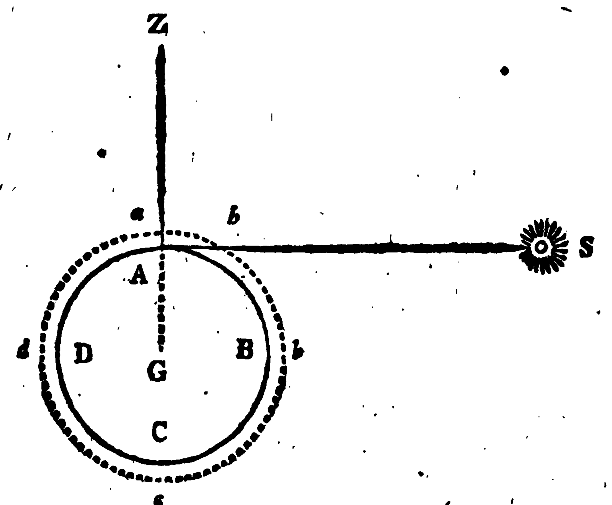
Vielleicht wird das, was ich behauptet habe, daß die Stralen der Gestirne, die am Horizont stehen, einen grössern Weg durch unsern Dunstkreis zu machen haben, Ew. Hoheit sehr widersinnig zu seyn scheinen, da der Dunstkreis sich allenthalben in gleicher Höhe ausbreitet, dergestalt, daß, an welchem Ort sich auch ein Stern befinde, seine Stralen allezeit desselben ganze Höhe durchdringen müssen, ehe sie an unser Auge gelangen. Aber ich hoffe, daß die nachfolgende Betrachtungen allen Zweifel heben werden.



I. Zuerst muß man sich einen richtigen Begriff von dem Dunstkreis machen, welcher die Erde umgiebt. Zu diesem Ende stellet der innere Kreis ABCD die Erde selbst vor, und der äussere punktirte *abcd* bestimmet den Dunstkreis. Man muß anmerken, daß überall in dem Maaß, als sich die Luft über die Oberfläche der Erde erhebet, sie immer mehr und mehr dünn und fein wird,

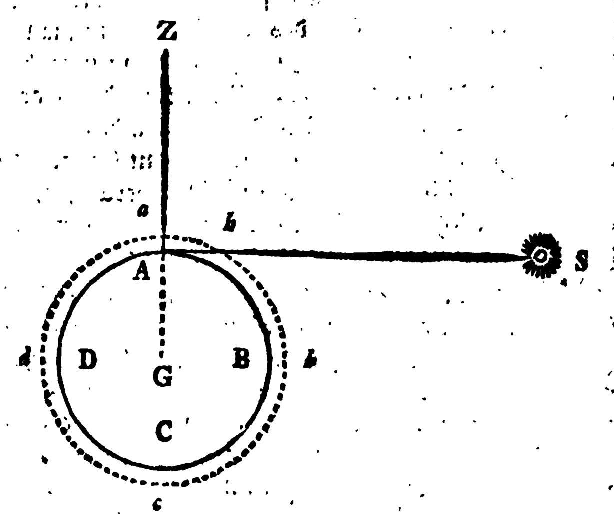
wird, so daß sie sich endlich in dem Aether verlieret, der den ganzen Himmelsraum einnimmt.

II. Die dickste Luft, oder diejenige, welche am meisten mit Theilchen angefüllt ist, die die Stralen verschlucken, ist ganz unten, nahe an der Oberfläche der Erde. Von da wird sie im Aufsteigen immer dünner, und folglich auch weniger dem Lichte schädlich; und in der Höhe einer deutschen Meile ist sie schon so fein, daß sie dem Lichte keinen merklichen Schaden zufügen kann. Man kann also die Weite zwischen dem innern und äussern Kreis ohngefähr auf eine deutsche Meile festsetzen, mittlerweile der halbe Durchmesser der Erde ohngefähr 860 Meilen enthält: so daß die Höhe des Dunstkreises in Absicht der Grösse der Erdkugel wenig bedeutet.



III. Wir wollen jetzt einen Zuschauer in A auf der Oberfläche der Erde annehmen; und wenn wir aus dem Mittelpunkte der Erde G eine Linie GZ durch A ziehen,

ziehen, so wird sie nach dem Scheitelpunkt unsers Zuschauers zulaufen. Die Linie AS, die senkrecht darauf stehet und die Erde berühret, wird dem Zuschauer horizontal seyn. Folglich wird man einen Stern in Z im Scheitelpunkt oder Gipfel des Himmels sehen, und ein Stern in S wird beym Auf- oder Untergehen am Horizont erscheinen. Es hindert nichts, daß wir nicht sowol den einen als den andern Stern für unendlich entfernt von der Erde halten, ohnerachtet ich es nicht in der Figur habe ausdrücken können.



IV. Jetzt dürfen Ew. Hoheit Ihre Augen nur auf die Figur richten, um zu sehen, daß die Stralen, die von S ausgehen, einen viel weitern Weg im Dunstkreis zu machen haben, als die vom Stern Z, ehe sie das Auge des Zuschauers erreichen. Die Stralen des Sterns Z gehen nur die Höhe des Dunstkreises aA, der ohngefähr eine Meile beträgt, durch; anstatt daß die Stralen des Sterns S den ganzen Weg hA, der

offen-

offenbar viel weiter ist, durchlaufen müssen; und wenn die Figur mehr mit der Wahrheit übereinkommen könnte, so daß die punktirte Linie GA 860 mahl länger wäre, als die Höhe Aa, so würde man sehen, daß die Weite Ab mehr als 40 Meilen ausmachet.

V. Es ist gleichfalls dienlich zu bemerken, daß die Stralen des Sterns Z nur einen kleinen Theil des untern Dunstkreises, der am meisten mit Ausdünstungen angefüllet ist, durchzugehen haben; da hingegen die Stralen des Sterns S einen sehr beträchtlichen Weg durch diesen untern Theil des Dunstkreises zu machen haben, ja fast, so zu sagen, gezwungen sind, auf der Oberfläche der Erde fortzukriechen. Man kann daher ganz natürlich daraus schliessen, daß die Stralen des Sterns in Z fast gar keine Schwächung leiden, mittlerweile die von dem Stern S fast gänzlich verschluckt werden, wegen des weiten Wegs, den sie in der dicken Luft zu machen haben.

VI. Es ist also unwiderleglich bewiesen, daß die Sterne, die wir am Horizont sehen, mit einem überaus geschwächten Glanz erscheinen müssen. Ew. Hoheit werden jetzt leicht begreifen, warum wir unsere Augen auf die auf- oder untergehende Sonne richten können, ohne daß sie davon Schaden nehmen; da hergegen am Mittage, wenn die Sonne hoch stehet, ihr Glanz uns unerträglich ist. Dieses war der erste Artikel, den ich mir zu erläutern vorgesetzt hatte; es bleibt mir jetzt nichts übrig, als den andern zu beweisen, nämlich daß eben dieselbe Schwächung des Lichts uns beynahe zwinget, uns einzubilden, daß die Himmelskörper alsdenn entfernter von uns wären, als wenn wir sie in ihrem vollen Glanze sehen.

VII. Man muß nun die Ursache davon bey den Gegenständen auf der Erde suchen, die wir alle Tage sehen

sehen und von deren Entfernung wir urtheilen. Aber aus eben dem Grunde, daß die Stralen, wenn sie durch die Luft gehen, einige Schwächung leiden, ist es offenbar, daß ein Gegenstand desto mehr von seiner Klarheit verlieret oder desto dunkler scheinet, je weiter er von uns entfernt ist. So scheint uns ein weit entfernter Berg sehr dunkel; aber wenn wir uns ihm mehr nähern, so unterscheiden wir leichtlich die Bäume darauf, welches in einer grossen Entfernung unmöglich ist.

VIII. Diese so allgemeine Bemerkung, die uns bey Gegenständen der Erde niemals hintergehet, hat in uns von der ersten Jugend an diesen Grundsatz hervorgebracht, nach welchem wir alle Gegenstände für so viel entfernter halten, als die Stralen, die davon auf uns fallen, schwächer sind. Von diesem Satze kommt es also her, daß wir den Mond bey seinem Auf- oder Untergange für viel entfernter von uns halten, als wenn er schon eine beträchtliche Höhe erreicht hat; und aus eben dieser Ursache halten wir ihn auch für desto grösser. Ich schmeichle mir, daß Ew. Hoheit diese Ursachen vollkommen gegründet und dieses sonderbare Phänomen so gut aufgeklärt finden werden, als es möglich ist.

den 4ten May 1762.

Zweyhundert und dreyßigster Brief.

Der Satz unserer Einbildungskraft, durch welchen ich dieses ganz wunderliche Phänomen erklärt habe, nach welchem wir den Mond für weit grösser halten, wenn er nahe am Horizont, als wenn er mitten am Himmel ist; dieser Satz, sage ich, ist so in unserm Verstand eingewurzelt, daß er die Quelle von tausend falschen Einbildungen ist, von welchen ich nur einige Ew. Hoheit vor Augen legen werde.

Von unserer Jugend an sehen wir uns gleichsam wider unsern Willen hingerissen, die Gegenstände für desto entfernter zu halten, je mehr ihr Glanz geschwächt ist; und von der andern Seite scheinen uns die sehr schimmernden Gegenstände näher als sie es sind. Diese Einbildung kommt ohne Zweifel nur aus einer unrichtigen Vorstellung her, die uns oft zum Falschen verleitet. Nichts desto weniger ist sie uns so natürlich und zu gleicher Zeit so allgemein, daß niemand sich dafür bewahren kann, ohnerachtet der Irrthum, in den sie uns stürzet, öfters sehr offenbar ist, wie ich die Ehre gehabt habe, Ew. Hoheit dieses in Absicht des Mondes zu zeigen; aber wir werden auf gleiche Weise bey vielen Gelegenheiten hintergangen, von welchen ich einige anzeigen will.

I. Es ist eine sehr bekannte falsche Einbildung, daß in der Nacht das Feuer eines Brandes uns viel näher scheinet, als es in der That ist. Die Ursache davon ist klar genug: weil das Feuer sehr hell leuchtet, so halten wir es nach dem angenommenen Grundsatz unserer Einbildungskraft immer für näher, als es ist.

II. Aus eben der Ursache scheint uns ein grosser Saal, dessen Wände gut geweißt sind, immer kleiner zu seyn. Ew. Hoheit wissen, daß die weisse Farbe die hellste ist: wir halten daher die Wände dieses Saals für sehr nahe, und folglich wird die scheinbare Grösse des Saals dadurch verringert.

III. In einem Saale hingegen, dessen Wände mit schwarzem Tuch bezogen sind, wie dieses bey grosser Trauer gebräuchlich ist, spüren wir eine völlig entgegengesetzte Wirkung. Ein solches Zimmer scheint uns alsdenn viel geräumiger als es würklich ist. Die schwarze Farbe ist ohne Zweifel die dunkelste, weil sie fast gar kein Licht in unsere Augen zurückwirft; und aus dieser

Ur-

Ursache scheint es uns, als ob die schwarzen Wände weiter von uns wären, als sie es würklich sind. Man beziehe also die Wände eines Zimmers mit schwarzem Tuch, so wird es uns grösser scheinen; und man lasse sie im Gegentheil gut weissen, so wird das Zimmer kleiner scheinen.

IV. Die Mahler wissen sich diese falsche Einbildung, welche so natürlich und allen Menschen gemein ist, am besten zu Nutze zu machen. Ew. Hoheit wissen, daß ein und eben dasselbe Gemählde uns Gegenstände vorstellet, von denen einige ausserordentlich weit und andere sehr nahe zu seyn scheinen; und hierin bestehet das größte Hülfsmittel eines geschickten Mahlers. Es ist ohnstreitig wunderbar, daß, ohnerachtet wir gewiß wissen, daß alle Vorstellungen eines Gemähldes auf einer Oberfläche und also beynahe in gleicher Weite von unsern Augen ausgedruckt sind, wir doch darum nicht weniger hintergangen werden, und einige für sehr weit, andere aber für sehr nahe halten. Man schreibt gemeiniglich diese Einbildung einer geschickten Vermischung von Licht und Schatten zu, welche den Mahlern gewiß die größte Hülfe leistet. Aber Ew. Hoheit dürfen nur ein solches Gemählde betrachten, um gewahr zu werden, daß die Gegenstände, die uns sehr entfernt scheinen sollen, sehr schwach und undeutlich ausgedrückt sind. So wenn wir unsere Augen auf sehr entfernte Gegenstände richten, werden wir wohl z. E. die Personen im Grossen gewahr, aber ohne daß wir an ihnen die Nase, die Augen oder den Mund unterscheiden können; und genau nach diesem Anschein stellet der Mahler diese Gegenstände vor. Was diejenigen betrift, die wir für sehr nahe halten sollen, so giebt ihnen der Mahler die lebhaftesten Farben, und giebt sich Mühe, alle Kleinigkeiten daran sorgfältig auszudrücken. Wenn dieses Menschen sind, so unterscheiden wir an ihnen die ge-

ringsten Gesichtszüge, die Falten der Kleider, u. s. w. Alsdenn scheint eine solche Vorstellung gleichsam aus dem Gemählde hervor zu treten, da andere unterdessen tief hinein und weit hinten zu stehen scheinen.

V. Auf dieser Einbildung allein beruhet also die ganze Kunst der Mahlerey. Wenn wir Menschen gewohnt wären nach der Wahrheit zu urtheilen, so würde diese Kunst, eben so als wenn wir blind wären, gar nicht statt haben. Der Mahler würde alle seine Geschicklichkeit bey der Mischung der Farben anwenden, und wir würden doch sagen: hier auf diesem Gemählde ist ein rother, dort ein blauer Fleck, hier ein schwarzer Zug und dort sind einige weißlichte Linien, alles sitzt auf einer und derselben Oberfläche, es ist da nirgends keine Vertiefung und keine Erhöhung; es würde daher kein würklicher Gegenstand auf diese Art vorgestellet werden können; man würde ihn nicht anders ansehen, als eine Schrift auf dem Papier, und man würde sich vielleicht vergebens Mühe machen zu errathen, was die Flecken von verschiedenen Farben bedeuten sollten. Würden wir nicht bey einer solchen Vollkommenheit doch zu beklagen seyn, darüber ein Vergnügen zu missen, das wir aus einer Kunst alle Tage schöpfen können, die für uns so unterhaltend und unterrichtend ist.

den 8ten May 1762.

Zweyhundert und ein und dreyßigster Brief.

Ew. Hoheit begreifen nun die Ursache dieser Einbildung, nach welcher der Mond, eben so wie die Sonne, uns am Horizont viel grösser vorkommt, als wenn er höher aufgegangen ist. Dieses kommt daher, weil wir diese Körper alsdenn für entfernter von uns halten; und die Ursache dieser Meynung beruhet darauf, daß

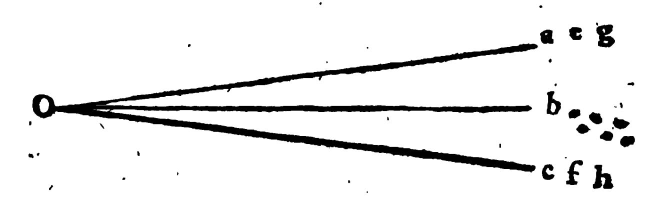
ihr

hr Licht alsdenn beträchtlich geschwächet wird, weil es einen grossen Weg durch den Dunstkreis in der untern Gegend machen muß, welche am meisten mit allen Arten von Ausdünstungen angefüllet ist, die die Durchsichtigkeit derselben verringern. Hierauf schränken sich alle Betrachtungen ein, die ich Ew. Hoheit über diese Sache vorzulegen die Ehre gehabt habe.

Diese Eigenschaft der Luft, die ihre Durchsichtigkeit verringert, könnte bey dem ersten Anblick für einen Fehler angesehen werden; aber wenn wir die Folgen davon betrachten, so finden wir, daß dieses so wenig ein Fehler sey, daß wir vielmehr die Weisheit und unendliche Güte des Schöpfers darin erkennen müssen. Dieser Unreinigkeit der Luft haben wir den bewunderns werthen und entzückenden Anblick des blauen Himmels zu danken. Denn die dunkeln Theilchen, die die Sonnenstralen aufhalten, werden dadurch erleuchtet, und werfen sogleich ihre eigene Stralen, die durch eine heftige zitternde Bewegung in ihrer Oberfläche verursacht werden, wieder auf uns, so wie bey allen dunkeln Körpern geschieht. Die Menge der zitternden Bewegungen nun ist das, was uns das schönste Blau vorstellet. Dieser Umstand verdient, daß ich ihn deutlicher entwickele.

I. Ich bemerke zuerst, daß diese Theilchen sehr klein und weit von einander entfernt, über das auch sehr dünn und fast gänzlich durchsichtig sind. Daher kommt es, daß ein jedes, einzeln genommen, unmerklich ist, und, wenn nicht eine grosse Anzahl dieser Theilchen ihre Stralen auf einmal und fast in derselben Richtung in unsere Augen werfen, so können wir sie nicht empfinden. Es müssen sich also die Stralen von mehrern vereinigen, um in uns eine Empfindung zu erwecken.

II. Daraus folgt offenbar, daß diejenige Theilchen, die uns nahe und also nur einzeln sind, unsern Sinnen unempfindbar bleiben, weil sie weitläufig unter die Luftmasse zerstreute Punkte sind, die in einem engen nahen Felde von ihren entferntern Nachbaren nicht erreicht und also auch nicht verstärkt werden können.



Diejenige aber, welche vom Auge weit entfernt sind, als die Punkte a, b, c, schicken alle ihre Stralen fast nach einerley Richtung nach dem Auge, durch welche Vereinigung so vieler Stralen endlich das Auge gerührt wird; insbesondere wenn man bedenkt, daß noch entferntere ähnliche Theilchen, e, f, g, h, auch noch Verhältnißmäßig dazu helfen, um die Stralen zu vervielfältigen.

III. Die blaue Farbe, die wir am Himmel sehen, wenn es klar ist, ist also nichts anders als das Resultat von allen diesen in dem Dunstkreise zerstreuten Theilchen, und vornemlich von denen, die von uns sehr weit entfernt sind. Man kann also zwar sagen, daß alle diese Theilchen, ihrer Natur nach, blau sind, aber von einem so äusserst dünnem Blau, welches nicht eher sichtbar wird, als wenn sie in grosser Anzahl sind, und ihre Stralen nach einerley Richtung vereinigen.

IV. Die Kunst kann eine gleiche Wirkung hervorbringen. Man lasse nur ein klein wenig Indigo in einer grossen Menge Wassers zergehen; wenn man alsdenn dieses Wasser tropfenweis herunterfallen läßt, so siehet man nicht die geringste Farbe daran, und wenn man etwas

etwas davon in einen kleinen Becher schüttet, so wird man nur eine sehr schwache bläulichte Farbe sehen. Wenn man aber ein grosses Gefäß damit anfüllet und es von weitem ansiehet, so wird man darin ein sehr dunkeles Blau gewahr. Eben diese Erfahrung kann man mit andern Farben anstellen. So scheint ein klein wenig Burgunderwein kaum etwas röthlich zu seyn, und wenn man eine große damit angefüllte Flasche betrachtet, so wird die rothe Farbe ganz dunkel scheinen.

V. Alles Wasser, wenn ein grosses und tiefes Becken damit angefüllet ist, scheinet allezeit eine gewisse Farbe zu haben, ohnerachtet ein wenig davon gänzlich hell und klar ist. Gewöhnlich ist diese Farbe mehr oder weniger grünlich; daher kann man sagen, daß die letzten Theilchen des Wassers grünlich sind, aber von einer so dünnen Farbe, daß man einen grossen Haufen davon ansehen muß, ehe man sie wahrnimmt; weil alsdenn die Stralen mehrerer Theilchen sich vereinigen, um eine gleiche Wirkung hervorzubringen.

VI. Da es durch diese Bemerkung erweislich scheinet, daß die letzte Bestandtheilchen des Wassers grünlich sind, so kann man behaupten, daß aus eben der Ursache, aus welcher das Meer oder das Wasser eines Sees oder eines Teichs uns grün scheinet, auch der Himmel uns blau vorkömmt. Denn es ist viel wahrscheinlicher, daß alle Theilchen der Luft eine leichte blaue aber so schwache Farbe haben, daß sie nicht anders sichtbar wird, als wenn man eine beträchtliche Menge davon oder den ganzen Umfang des Dunstkreises ansiehet; wahrscheinlicher, als wenn man diese Farbe den Dünsten, die in der Luft herumfliegen und dazu nicht gehören, zuschreiben will.

VII. In der That, je reiner und freyer von Dünsten die Luft ist, desto mehr Glanz hat das Himmelblau;

welches hinreichend beweiset, daß man die Ursache davon in den Bestandtheilen der Luft suchen muß. Fremde Theile, die sich mit der Luft vermischen, wie die Dünste sind, werden im Gegentheil diesem schönen Blau schädlich, und verändern den Glanz davon ausserordentlich. Wenn solche Dünste die Luft zu sehr beschweren, so verursachen sie hier unten Nebel, und benehmen uns gänzlich den Anblick der blauen Farbe; wenn sie höher aufsteigen, wie dieses gemeiniglich geschiehet, so entstehen daraus Wolken, die oft den ganzen Himmel bedecken, und uns eine ganz andere Farbe verursachen, als das Blaue der reinen Luft. Es ist dieses also eine neue Eigenschaft der Luft, ausser der Feinheit, Flüßigkeit und Elasticität, welche ich Ew. Hoheit bereits vorzutragen die Ehre gehabt; nämlich daß die äussersten Theilchen, die die Luft ausmachen, ihrer Natur nach bläulicht sind.

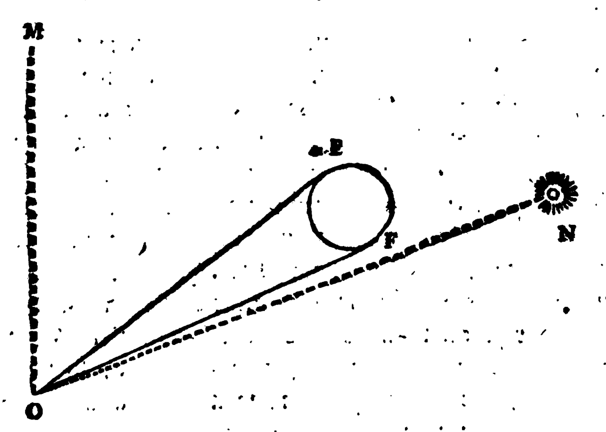
den 11ten May 1762.

Zweyhundert und zwey und dreyßigster Brief.

Ueber diese Farbe der Luft, die uns umgiebt, ohne welche wir den schönen Anblick des blauen Himmels nicht haben würden, bemerke ich weiter, daß wir sehr unglücklich seyn würden, wenn die Luft gänzlich durchsichtig und von diesen bläulichten Theilchen entblößt wäre; dergestalt daß wir vielmehr darin die unendliche Güte und die Weisheit des Schöpfers erkennen und bewundern müssen.

Um Ew. Hoheit vollkommen davon zu überzeugen, wollen wir annehmen, daß die Luft gänzlich durchsichtig und dem Aether gleich wäre, welcher, wie wir wissen, alle Stralen der Gestirne, ohne einen davon aufzuhalten, durchläßt, und welcher keine Theilchen enthält, die durch fremde Stralen erleuchtbar wären, weil ein sol-

solches Theilchen nicht erleuchtet werden kann, ohne daß es einige Stralen, die darauf fallen, auffienge. Wenn nun die Luft aus lauter solchen Theilchen bestände, so würden alle Sonnenstralen sich unter sie vertheilen, und kein Licht würde in unsere Augen zurückgeworfen werden; wir würden höchstens keine andere Stralen erhalten, als die, welche unmittelbar von der Sonne kämen, folglich würde der ganze Himmel, nur den Ort ausgenommen, wo die Sonne ist, uns gänzlich dunkel seyn; und wenn wir in die Höhe sähen, würden wir, anstatt dieses schönen glänzenden Blaues, nur ein sehr dunkeles Schwarz und die finsterste Nacht wahrnehmen.



Die hier beygefügte Figur EF stellet die Sonne vor; und der Punkt O ist ein Zuschauer, dessen Auge keine andere Stralen von oben empfangen würde, als von der Sonne, dergestalt daß die ganze Klarheit in dem Winkel EOF eingeschlossen seyn würde. Wenn er sein Gesicht nach einer andern Himmelsgegend, wie nach M, richten wollte, so würde er von daher keinen Stral erhalten, und es würde eben so seyn, als wenn er in einen gänzlich dunkeln Ort sähe; denn ein jeder Ort,

 der

der keine Stralen von sich wirft, ist schwarz. Von den Sternen, mit welchen der Himmel angefüllet ist, rede ich also hier nicht; denn wenn man das Auge nach M richtet, so hindert nichts, daß nicht die Stralen der Sterne, die sich etwan in dieser Gegend befinden, doch in das Auge fallen, denn die Sterne würden sogar mehr Kraft haben, weil sie alsdenn in dem Dunstkreise keine Schwächung leiden würden; man würde also alle Sterne eben so gut am hellen Tage als in der dunkelsten Nacht sehen; aber man muß bedenken, daß dieses nur auf einen einzigen kleinen Winkel eines jeden Zuschauers EOF zu verstehen, und der ganze übrige Theil des Himmels Nacht seyn würde.

Unterdessen würden uns doch die Sterne nahe bey der Sonne unsichtbar seyn, und wir würden z. E. den Stern N nicht sehen, weil, wenn wir ihn ansähen, unser Auge zu gleicher Zeit die Stralen der Sonne erhalten und davon so lebhaft würde gerührt werden, daß das schwache Licht der Sterne keine Empfindung mehr erwecken könte; davon gar nichts zu sagen, daß es ohnedem unmöglich wäre, mit offenem Auge nach N zu sehen; die Sache ist zu deutlich, als daß man mich nicht verstehen sollte.

Aber wenn man der Sonne einen finstern Körper entgegen setzte, der ihre Stralen auffienge, so würde man doch den Stern N sehen, so nahe er auch bey der Sonne wäre; Ew. Hoheit werden aber leicht einsehen, in welchem traurigen Zustande wir uns alsdenn befinden würden. Diese Nachbarschaft des größten Glanzes und der dunkelsten Finsterniß würde unser Gesicht so verletzen, daß wir sogleich davon blind werden würden. Man kann davon aus der Beschwerlichkeit urtheilen, die wir empfinden, wenn wir schleunig aus einem dunkeln Ort in einen sehr hellen übergehen.

Dieser grossen Schwierigkeit hilft also die Luft durch ihre Eigenschaft ab, dadurch daß sie Theile enthält, die

ein

ein wenig dunkel und erleuchtbar sind. Sobald alsdenn die Sonne über den Horizont aufgehet, auch wohl ein wenig vorher, so wird der ganze Dunstkreis dadurch erleuchtet und stellet uns dieses schöne Blau dar, wovon ich hier mit Ew. Hoheit zu sprechen die Ehre habe, dergestalt, daß unsere Augen, wir mögen sie auch wenden, auf welche Seite wir wollen, eine Menge von Stralen aus den Theilchen, in welchen sie hervorgebracht sind, erhalten. Folglich, wenn wir in der vorhergehenden Figur nach M. sehen, so werden wir daselbst eine grosse Klarheit oder das glänzende Himmelblau gewahr.

Eben diese Klarheit verhindert uns, die Sterne den Tag über zu sehen, und die Ursache davon ist deutlich. Diese Klarheit übertrift vielmal die Klarheit der Sterne und eine kleinere verschwindet vor einer andern, die viel grösser ist; denn wenn die Nerven des Netzes in dem Grunde unsers Auges bereits von einem starken Lichte gerührt sind, so können sie von dem schwachen Eindrucke der Sterne keine Empfindung haben.

Ew. Hoheit dürfen sich nur erinnern, daß das Licht des Vollmondes schon 300tausendmal geringer ist, als das Licht der Sonne, um sich zu überzeugen, daß die Klarheit, die wir nur von den Sternen allein haben, in Vergleichung gegen die Sonne nichts ist. Die Klarheit des Himmels des Tages über allein ist schon so helle, daß, wenn die Sonne gleich verdeckt ist, die Klarheit des Vollmondes doch von jener Klarheit viel tausendmahl übertroffen wird.

Ew. Hoheit werden schon bemerkt haben, daß selbst des Nachts, wenn der Mond voll ist, die Sterne viel weniger scheinen, und daß man nur die größten von ihnen siehet, insbesondere nahe beym Mond; dergestalt daß ein grosses Licht allezeit ein schwächeres unterdrückt.

So ist es auch ein grosser Vortheil, daß unser Dunstkreis anfängt durch die Sonne erleuchtet zu werden,

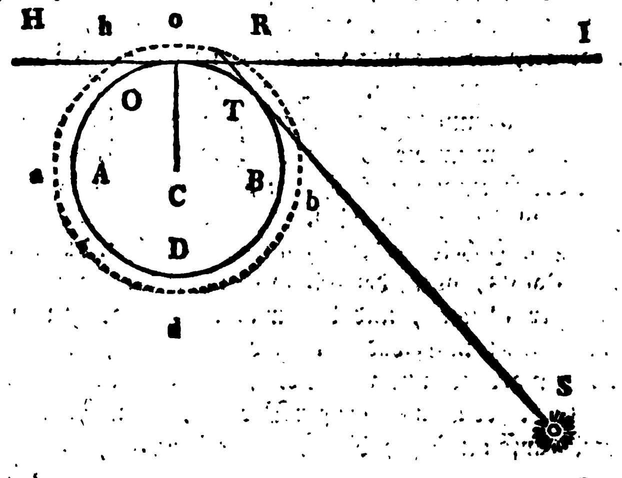
selbst

selbst eher als sie aufgeht, denn dieses bereitet uns vor, den lebhaften Glanz derselben folgends zu ertragen, der uns unerträglich seyn würde, wenn die Abwechselung der Nacht und des Tages schleunig wäre. Die Zeit, während welcher der Dunstkreis vor dem Aufgange der Sonne erleuchtet wird, und nach dem Untergang derselben noch Klarheit übrig behält, heißt die Dämmerung; und da dieses eine Sache ist, deren Betrachtung von einiger Wichtigkeit ist, so nehme ich mir vor, Ew. Hoheit damit weitläufiger zu unterhalten. So ziehet in der Naturlehre ein Artikel den andern nach sich.

den 15ten May 1762.

Zweyhundert und drey und dreyßigster Brief.

Um die Ursache der Dämmerung, oder dieser Klarheit des Himmels vor dem Auf- und nach dem Untergange der Sonne, zu erklären, dürfen Ew. Hoheit sich nur desjenigen erinnern, was ich Ihnen schon in Absicht des Horizonts und Dunstkreises zu sagen die Ehre gehabt habe.



Der

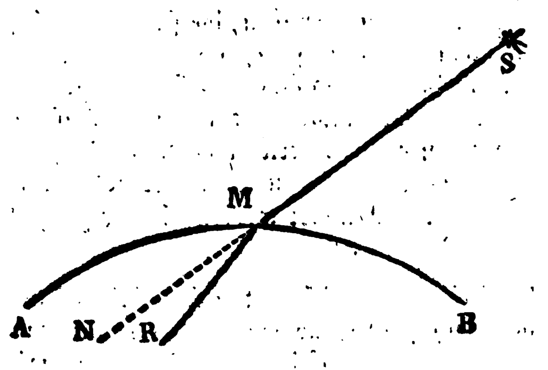
Der Zirkel AOBD stelle die Erde, und der punktirte Zirkel aobd den Dunstkreis vor. Wir wollen einen Ort O auf der Erde annehmen, wo man eine gerade Linie HI ziehet, welche die Erde in O berühret, und diese Linie HI wird den Horizont vorstellen, der den Theil des Himmels, welcher uns sichtbar ist, von dem uns unsichtbaren absondert. Sobald also die Sonne diese Linie erreichet, so erscheint sie im Auf- oder Untergang am Horizont, und alsdenn ist auch der ganze Dunstkreis davon erleuchtet. Wir wollen aber annehmen, daß die Sonne, ehe sie aufgehet, sich noch unter der Erde in S befindet, von wo der Stral STR, der die Erde in T streifet, den Punkt des Dunstkreises, der an unserm Horizont gelegen ist, erreichen kann; so werden die dunkeln Theilchen, die sich daselbst befinden, davon schon erleuchtet seyn, und werden uns folglich sichtbar werden. Also fängt der Dunstkreis hoR auf unserm Horizont einige Zeit vor dem Aufgange der Sonne schon an in R erleuchtet zu werden; und je mehr die Sonne sich dem Horizonte nähert, je mehr wird er davon erleuchtet werden, bis er gänzlich helle wird.

Diese Betrachtung bringt mich auf ein anderes nicht weniger wichtiges Phänomen, welches damit genau verbunden ist, nämlich, daß der Dunstkreis noch diese Wirkung hervorbringt, durch welche wir die Sonne und die andern Gestirne, einige Zeit vorher, ehe sie über unsern Horizont aufgehen, und noch einige Zeit nach ihrem Untergange, sehen. Die Ursache dieses Phänomens ist die Brechung der Stralen, wenn sie durch den reinen Aether in die dicke Luft kommen, welche unsern Dunstkreis ausmacht. Ich will dieses erklären.

I. Die Lichtstralen setzen ihren Weg in gerader ungebrochener Linie fort, wenn sie sich durch einen durchsichti-

sichtigen Körper von gleicher Art bewegen. So bald sie in einen Körper anderer Art übergehen, so werden sie von ihrem geradlinigten Wege abgebracht, daß er gleichsam gebrochen wird; und dieses nennt man die Brechung der Stralen, wovon ich Ew. Hoheit lange zu unterhalten die Ehre gehabt habe, indem ich dabey erklärte, wie die Stralen gebrochen werden, wenn sie von der Luft in das Glas, und so auch umgekehrt, fallen.

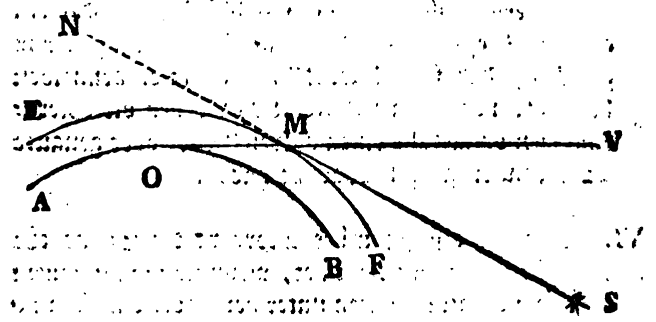
II. Da nun der Aether und die Luft zween verschiedene Körper sind, so muß nothwendig ein Stral, der von dem Aether in die Luft gehet, einigermaßen gebrochen werden.



Wenn der Bogen dieses Zirkels AMB unsern Dunstkreis von oben bezeichnet, so kann ein Lichtstral MS, der aus dem Aether dahineinfällt in M, folgends seinen Lichtstral nicht nach eben der geraden Linie MN fortsetzen; sondern, wenn er in die Luft kommt, muß er einen andern Weg MR nehmen, der ein wenig von MN abgehet, und der Winkel NMR wird der Winkel der Brechung, oder auch schlechthin die Brechung genennet.

III. Ich

III. Ich habe schon angemerkt, daß diese Brechung um desto grösser ist, je schiefer der Stral SM auf die Oberfläche des Dunstkreises fällt, oder je nachdem der Winkel BMS kleiner oder schärfer ist. Denn wenn der Stral SM senkrecht auf die Oberfläche des Dunstkreises fiele, oder BMS rechtwinklicht wären, so würde alsdenn keine Brechung vorgehen, sondern der Stral würde seinen Weg nach eben der geraden Linie fortsetzen. Dieses ist eine allgemeine Regel bey allen Arten der Brechungen, die Gegenstände, durch welche die Stralen gehen, mögen auch beschaffen seyn, wie sie wollen.



IV. Der Zirkelbogen AOB stelle die Oberfläche der Erde vor, und der Bogen EMF begränze den Dunstkreis. Wenn man also in O die Linie OMV ziehet, welche die Oberfläche der Erde in O berühret, so wird sie horizontal seyn. Wenn nun die Sonne sich noch unter dem Horizont in S befände, dergestalt daß sie uns noch unsichtbar wäre, weil keiner von ihren Stralen in gerader Linie zu uns kommen könte, so würde der Stral SM, wenn er in gerader Linie fortgesetzt würde, über uns weg nach N gehen. Aber da er in M auf den Dunstkreis und zwar sehr schief fällt, und der Winkel FMS sehr klein ist, so wird

wird er daselbst eine beträchtliche Brechung leiden, und anstatt nach N zu gehen, wird er gerade nach O kommen können, dergestalt daß die Sonne uns schon sichtbar seyn wird, ohnerachtet sie sich noch würklich unter dem Horizont, oder, welches auf eins herauskommt, unter der horizontalen Linie OMV, befindet.

V. Weil indessen der Stral MO, der in unsere Augen fällt, horizontal ist, so versetzen wir in unserm Begrif die Sonne in eben die Richtung, und wir bilden uns ein, daß sie sich in V oder im Horizont befindet, ob sie gleich würklich unter dem Horizont ist. So auch hinwiederum allemal, wenn wir die Sonne, oder ein anderes Gestirn, im Horizont sehen, müssen wir glauben, daß sie sich würklich noch unter demselben befindet, nach dem Winkel SMV, den die Sternkundigen ohngefähr einen halben Grad, oder genauer 32 Minuten groß beobachtet haben.

VI. Wir sehen also schon des Morgens die Sonne, ehe sie unsern Horizont erreichet, wenn sie noch in einem Winkel von 32 Minuten unter dem Horizont ist; und des Abends ist sie uns länger sichtbar, als ihr wahrer Untergang ist, weil wir sie noch so lange sehen, bis sie in einem Winkel von 32 Minuten untergegangen ist. Man nennt den wahren Auf- oder Untergang der Sonne, wenn sie sich würklich im Horizont befindet; aber wenn sie des Morgens zu erscheinen anfängt, oder des Abends zu erscheinen aufhört, ist es der scheinbare Auf- oder Untergang.

VII. Diese Brechung in dem Dunstkreise, welche verursacht, daß der scheinbare Auf- oder Untergang der Sonne vor dem wahren vorhergehet, diese Brechung,

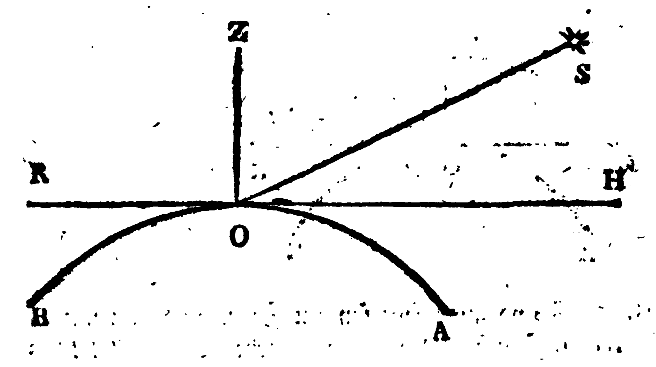
sage

sage ich, verschaffet uns den Vortheil, längere Tage zu haben, als sie sonst, ohne diese Wirkung des Dunstkreises, seyn würden. Hier ist also die Erklärung eines recht wichtigen Phänomens.

den 18ten May 1762.

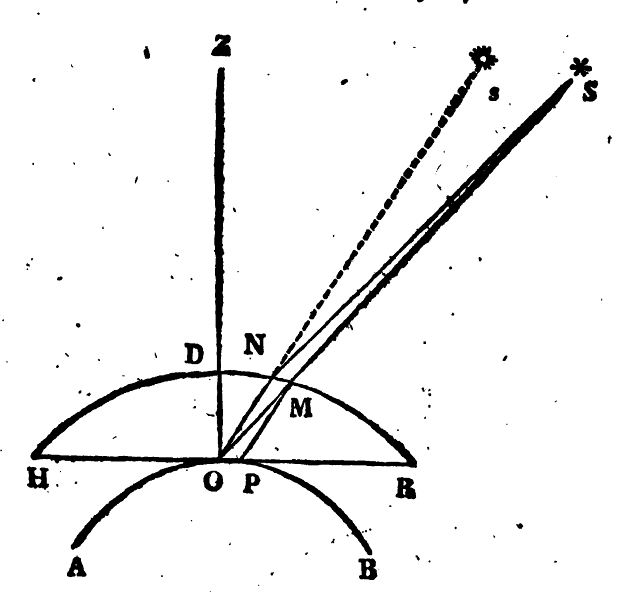
Zweyhundert und vier und dreyßigster Brief.

Ew. Hoheit kennen jetzt eine recht sonderbare Wirkung unsers Dunstkreises, durch welche wir die Sonne und alle andere Himmelskörper am Horizonte sehen, wenn sie noch würklich darunter sind, und da sie uns ohne die Brechung des Dunstkreises gänzlich unsichtbar seyn würden. Aus eben dieser Ursache scheinet uns die Sonne, so wie alle Sterne, allezeit höher über dem Horizont, als sie es würklich sind; daher muß man sorgfältig die scheinbare Höhe eines Sterns von seiner wahren Höhe, in der er sich befinden würde, wenn es keinen Dunstkreis gäbe, unterscheiden. Ich will dieses in sein ganzes Licht setzen.



I. Der Bogen AOB sey ein Theil der Oberfläche der Erde, und O der Ort, wo wir uns befinden, durch

welchen man eine gerade Linie HOR ziehet, die die Oberfläche der Erde berühret, und diese Linie HOR wird uns den wahren Horizont anzeigen. Oder man errichte in O senkrecht die gerade Linie OZ, die eben dieselbe ist, die ein aufgehängter Faden mit einem Gewicht anzeiget. Diese Linie heißt hier senkrecht, und der Punkt am Himmel Z, wo sie sich endigt, heißt der Scheitelpunkt. Nun ist die Linie OZ senkrecht auf der horizontalen Linie HOR, dergestalt, daß, wenn man eine von beyden Linien genau kennt, man leichtlich die andere darnach bestimmen kann.



II. Dieses vorausgesetzt sey ein Stern in S; wenn es keinen Dunstkreis gäbe, so würde der Stral SMO in gerader Linie auf das Auge O zugehen, und wir würden ihn in eben derselben Richtung OMS, wo

er

er sich wirklich befindet, sehen, oder wir würden ihn an seiner wahren Stelle sehen. Alsdenn mißt man den Winkel SOR, den der Stral SO mit dem Horizont OR macht, und dieser Winkel heißt die Höhe des Sterns oder seine Erhöhung über den Horizont. Oder man misset den Winkel SOZ, den der Stral SO mit der senkrechten Linie OZ, die gegen den Scheitelpunkt gehet, macht; und weil der Winkel ZOR ein rechter Winkel ist, der 90 Grad ausmacht, so darf man nur den Winkel SOZ von 90 Graden abziehen, um den Winkel SOR zu haben, der die wahre Höhe des Sterns angiebt.

III. Wir wollen jetzt von dem Dunstkreis handeln, für dessen Grenze ich den Bogen HDNMR annehme. Ich bemerke sogleich, daß der vorige Stral des Sterns SM, wenn er in M in den Dunstkreis kommt, seinen Weg gegen das Auge in O nicht fortsetzen kann, sondern er wird wegen der Brechung einen andern Weg nehmen, nemlich MP, und wird folglich nicht in unsere Augen kommen; so daß, wenn der Stern nur den einzigen Stral SM auf die Erde werfen sollte, er uns gänzlich unsichtbar seyn würde. Aber man muß dabey bedenken, daß ein jeder leuchtender Punkt seine Stralen auf alle Seiten wirft, so daß der ganze Raum von ihnen erfüllet wird.

IV. Es wird sich also unter allen andern Stralen doch irgend einer, wie SN, finden, der oben im Dunstkreise gebrochen wird, daß seine Fortsetzung NO gerade auf das Aug O gehet. Der gebrochene Stral NO befindet sich also nicht in gerader Linie mit dem Stral SM, und wenn man die Linie NO bis s fortsetzet, so wird die Fortsetzung Ns einen Winkel

mit dem Stral NS machen, nemlich den Winkel SNs, der eben das ist, was man die Brechung nennt, und der um desto grösser ist, je nachdem der Winkel SNR, unter welchem der Stral SN in den Dunstkreis kommt, schärfer ist, wie ich im vorhergehenden Brief angemerkt habe.

V. Folglich ist es jezt der Stral NO, der in unsern Augen das Bild des Sterns S vorstellet, und ihn uns sichtbar macht; und da dieser Stral zu uns in der Richtung NO kommt, gerade als wenn sich der Stern in N befände, so glauben wir auch, daß der Stern würklich da, oder doch in der fortgesezten Linie etwan in s sey. Da dieser Ort s von dem wahren S verschieden ist, so nennt man s die scheinbare Stelle des Sterns, welche man von der wahren Stelle S, wo wir den Stern sehen würden, wenn es keinen Dunstkreis gäbe, wohl unterscheiden muß.

VI. Weil wir den Stern vermittelst des Strals NO sehen, so ist gegenwärtig der Winkel NOR, den dieser Stral NO mit dem Horizont macht, die scheinbare Höhe des Sterns; und wenn man den Winkel NOR mit dazu gehörigen Instrumenten misset, so sagt man, daß man die scheinbare Höhe des Sterns gefunden habe, weil der Winkel ROS, wie wir eben gesehen haben, desselben wahre Höhe ist.

VII. Es ist daher offenbar, daß die scheinbare Höhe RON grösser ist, als die wahre Höhe ROM, so daß uns die Sterne viel höher über dem Horizont vorkommen, als sie es würklich sind; und es ge-

geschiehet aus eben der Ursache, daß uns die Sterne schon am Horizont zu seyn scheinen, wenn sie noch unter demselben sind. Nun ist das Uebermaaß, wodurch die scheinbare Höhe von der wahren übertroffen wird, der Winkel MON, der von dem Brechungswinkel SNs nicht verschieden ist; denn obgleich der Winkel SNs, als der äussere Winkel im Triangel SNO, den beyden innern einander entgegengesetzten SON und NSO zusammen genommen gleich ist; so muß man doch betrachten, daß, wegen der sehr grossen Entfernung der Sterne, die Linien OS und NS fast parallel sind, und folglich der Winkel OSN verschwindet, so, daß der Winkel SON dem Winkel der Brechung SNs fast gleich ist.

VIII. Wenn man also die scheinbare Höhe eines Sterns gefunden hat, so muß man die Brechung davon abziehen, um seine wahre Höhe zu haben, welche man nur durch dieses Mittel erfahren kann. Deswegen haben die Sternkundige sich viele Mühe gegeben, um die Brechung genau zu erfahren, welche man von jeder scheinbaren Höhe abziehen muß, oder um wie viel man die scheinbare Stelle eines Sterns erniedrigen muß, um die wahre zu erhalten.

IX. Nach einer langen Reihe von Erfahrungen haben sie endlich eine Tabelle gemacht, die man die Refractionstabelle nennt, die für jede scheinbare Höhe die Brechung oder den Winkel bezeichnet, den man davon abziehen muß. Wenn also keine scheinbare Höhe da ist, oder wenn der Stern am Horizont erscheint, da macht die Brechung 32 Minuten aus, um welche man den Stern unter dem Horizont ernie-

